



Model Perencanaan Pemeliharaan Bangunan Gedung Menggunakan Building Information Modeling (BIM)

Jamal Iلمي Amaliawan^{1*}, Syamsul Arifin², Anita Trisiana³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jember

*Corresponding author's email: jamalilmi855@gmail.com

Diterima Juli 2024, Direvisi Februari 2025, Disetujui April 2025, Terbit April 2025

Abstract: *The rapid development in Indonesia is marked by the increasing needs and supporting infrastructure. In its development, the need for facilities and infrastructure should be accompanied by good maintenance management so that the economic life of the building can be maintained. This study aims to develop a building maintenance planning model based on Building Information Modeling (BIM) and Computerized Maintenance Management System (CMMS) technology. The case study was conducted at the Agrotechnopark Laboratory Building, University of Jember, using Autodesk Revit 2024 software for three-dimensional architectural modeling and the Limble CMMS application for building maintenance simulation. The data includes technical drawings (DED), field inspection results, and maintenance standard documents based on PUPR Regulation No. 24/PRT/M/2008. The modeling results show an accurate volume of work, including a wall area of 4749 m², a floor of 3487 m², a ceiling of 2064 m², and a total of windows and doors calculated per unit. Limble CMMS allows the integration of maintenance data, preventive and corrective scheduling, and digital recording of building history. This model has been proven to increase the efficiency of building maintenance management and can provide early warning for maintenance actions, making it very relevant for application to public facility buildings.*

Keywords: *Building Information Modeling (BIM), Building Maintenance, Limble CMMS, Autodesk Revit, Building Aset Management.*

Abstrak: *Pesatnya pembangunan di Indonesia ditandai dengan meningkatnya kebutuhan dan prasarana yang menunjang. Dalam perkembangannya kebutuhan sarana dan prasarana seharusnya disertai dengan manajemen pemeliharaan yang baik agar umur ekonomi gedung dapat terjaga. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model perencanaan pemeliharaan bangunan gedung berbasis teknologi Building Information Modeling (BIM) dan Computerized Maintenance Management System (CMMS). Studi kasus dilakukan pada Gedung Laboratorium Agrotechnopark Universitas Jember dengan menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit 2024 untuk pemodelan arsitektural tiga dimensi, serta aplikasi Limble CMMS untuk simulasi pemeliharaan gedung. Data yang digunakan mencakup gambar teknis (DED), hasil inspeksi lapangan, dan dokumen standar pemeliharaan berdasarkan Permen PUPR No. 24/PRT/M/2008. Hasil pemodelan menunjukkan volume pekerjaan yang akurat, antara lain luas dinding 4749 m², lantai 3487 m², plafon 2064 m², serta total jendela dan pintu yang telah dihitung unitnya. Pemanfaatan Limble CMMS memungkinkan integrasi data pemeliharaan, penjadwalan preventif dan korektif, serta pencatatan riwayat gedung secara digital. Model ini terbukti meningkatkan efisiensi manajemen pemeliharaan gedung dan dapat memberikan peringatan dini untuk tindakan pemeliharaan, sehingga sangat relevan diterapkan pada bangunan fasilitas publik.*

Keywords: *Building Information Modeling (BIM), Pemeliharaan Gedung, Limble CMMS, Autodesk Revit, Manajemen Aset Bangunan*

1. Pendahuluan

Pesatnya pembangunan di Indonesia ditandai dengan meningkatnya kebutuhan dan prasarana yang menunjang. Dalam perkembangannya kebutuhan sarana dan prasarana. Teknologi memegang peranan yang cukup penting dalam perencanaan, analisis dan pemodelan, pelaksanaan serta pemeliharaan. [1][2].

BIM (*Building Information Modeling*) adalah sistem yang mencakup informasi penting dalam desain, konstruksi, dan perawatan [3][4]. Penggunaan BIM memudahkan pemahaman rencana gambar dalam bentuk 3D dan memberikan hasil cepat serta akurat dalam perhitungan volume pekerjaan [4], [5]. BIM juga dapat digunakan untuk pemeliharaan gedung dan inventarisasi aset pasca konstruksi. Software yang sering digunakan untuk BIM adalah Autodesk Revit, yang terbagi menjadi *Autodesk Revit Structure*, *Autodesk Revit Architecture*, dan *Autodesk Revit MEP* (Mechanical, Electrical dan Plumbing) Gedung Laboratorium Agrotechno Park Universitas

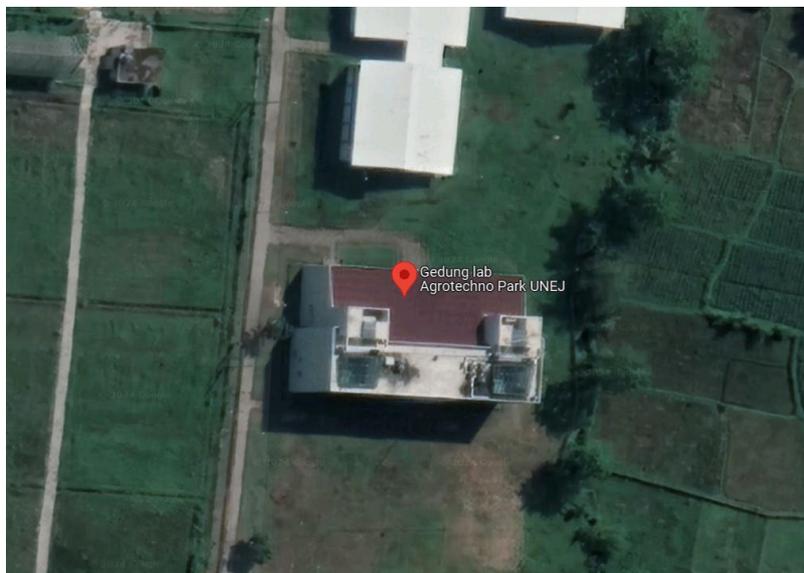
Jember adalah Gedung Laboratorium Operasi Teknik Kimia digunakan untuk Praktikum Operasi Teknik Kimia. Selain dimanfaatkan sebagai tempat berlangsungnya praktikum, ketiga laboratorium tersebut juga digunakan untuk penelitian. Sehingga diperlukan Pemeliharaan gedung yang sangat penting dalam pengelolaan bangunan gedung. Penggunaan sistem BIM yang terintegrasi dapat membantu dan menyediakan kebutuhan manajemen tersebut [6],[7].

Pada Penelitian ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penelitian terdahulu, yaitu: (i) menggunakan redesain berbasis BIM, yang memungkinkan perancangan terintegrasi (desain 3D, penarikan volume otomatis, kolaborasi desain gedung dengan tim perencana lainnya, dan lain-lain); (ii) pengelolaan pemeliharaan menggunakan aplikasi Limble CMMS [8],[9]., yang memungkinkan penggunaan bersama dan menyediakan Informasi yang telah ditetapkan sebelumnya. Efisiensi tercapai karena standar pemeliharaan, spesifikasi teknis, SOP, dan semua dokumen pemeliharaan tersedia dalam satu aplikasi, serta seluruh data rekam jejak bangunan dapat terdokumentasi dengan baik. Efisiensi tersebut mencakup juga waktu pemeliharaan yang mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 24/PRT/M/2008 [10-12]. Penelitian ini memiliki kemutakhiran dengan menggabungkan pemodelan BIM berbasis Autodesk Revit dengan sistem Limble CMMS dalam merancang dan mensimulasikan manajemen pemeliharaan berbasis data dan visual. Model ini tidak hanya memberikan informasi teknis dan estimasi volume pekerjaan, tetapi juga berpotensi mendukung otomatisasi pemeliharaan, penjadwalan pekerjaan, serta dokumentasi historis yang dapat diakses multi-stakeholder. Oleh karena itu penelitian ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan pemeliharaan pada Gedung lab Agrotechnopark Universitas Jember khususnya Mechanical, Electrical, dan Plumbing selain itu dapat juga digunakan pada gedung lain yang lebih luas.

2. Metodologi

Lokasi Penelitian

Agro Techno Park Universitas Jember berlokasi di Agro Techno Park, Krajan Timur, Sumbersari, Kec. Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121. Lokasi studi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Gedung Lab Agro Techno Park Universitas Jember

Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sebagai berikut: (i) data sekunder meliputi Shop Drawing data teknis terkait lainnya; dan (ii) data primer diperoleh survey.

Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini meliputi beberapa tahapan yaitu:

1. Tahapan Persiapan
Mencari data dan informasi yang diperlukan untuk mendukung pengambilan kerusakan yang terjadi
2. Pengamatan ke Gedung
Melakukan inspeksi pada gedung di lantai 1 - 3
3. Pengumpulan Data
Melakukan Pengumpulan data primer inspeksi setelah pengamatan gedung dan data sekunder berupa DED
4. Pemodelan 3D
Melakukan pemodelan dengan menggunakan Autodesk Revit 2024
5. Check Clash
Check komponen arsitektur apakah terjadi bentokan dengan komponen lainnya.
6. Perhitungan Volume
Perhitungan Volume menggunakan Autodesk Revit 2024.
7. Pemodelan Pemeliharaan
Melakukan Pemodelan pemeliharaan dengan menggunakan Limble CMMS.
8. Penjadwalan
Melakukan Pembuatan Jadwal menggunakan Limble CMMS
9. Kesimpulan dan Saran.
Membuat Kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

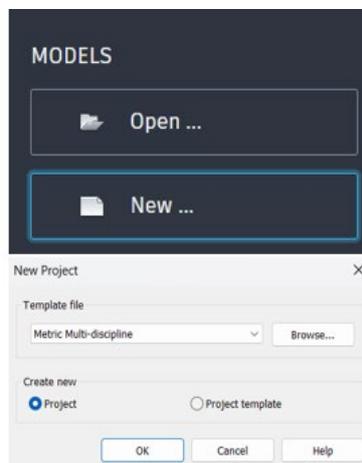
3. Hasil dan Pembahasan

Pemodelan BIM Autodesk Revit 3D

Pemodelan BIM Autodesk Revit 3D pada Gedung lab Agrotechnopark Universitas Jember perlu dilakukan identifikasi detail arsitektur. Berikut merupakan langkah-langkah yang harus dilakukakan untuk pemodelan 3D:

Membuat File kerja baru

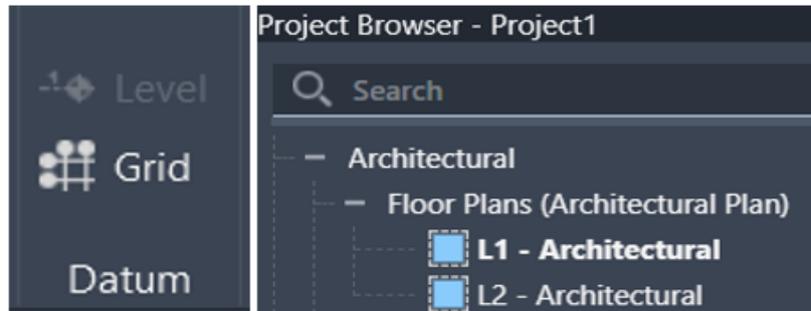
Pertama, buka perangkat lunak Autodesk Revit terlebih dahulu. Kemudian Pilih opsi *New > Metric Multi-discipline > Project*. Dapat dilihat pada Gambar 2.



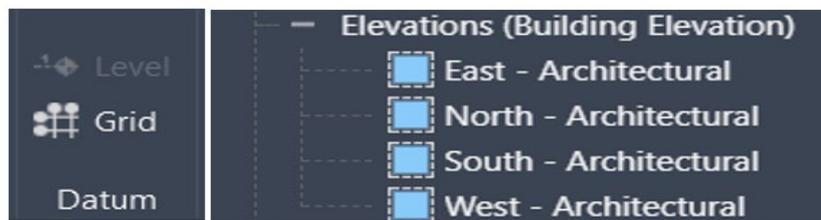
Gambar 2 Membuat File Kerja Baru

Membuat Grid dan Level

Untuk menemukan ribbon grid, navigasikan ke panel *Architecture* > *Datum* > *Grid*. Untuk mengaktifkan ribbon tersebut, pastikan tampilan gambar berada pada floor plan, seperti yang terlihat pada Gambar 3. Demikian juga, *Grid Ribbon level* akan aktif jika tampilan gambar berada pada *elevation*. Untuk detail lebih lanjut, lihat Gambar 4



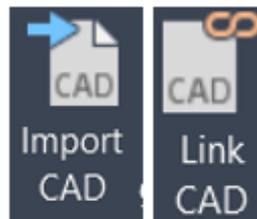
Gambar 3 Membuat Grid dan View Floor Plan



Gambar 4 Membuat Level dan View Elevation

Mengimpor File shop drawing

Data shop drawing yang tersedia dalam format CAD atau DWG. Untuk mengimpornya, pilih panel *Insert* > *Import CAD* atau *Link CAD* > Pilih file yang akan digunakan. Dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Import file

setting file sebelum di buka. Untuk *setting file* CAD pada proyek ini ada pada Gambar 6.

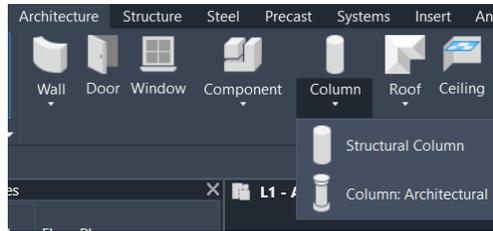


Gambar 6 Setting Import

Penempatan gambar harus disesuaikan dengan lokasi yang tepat, misalnya gambar lantai 1 harus diletakkan pada level 1.

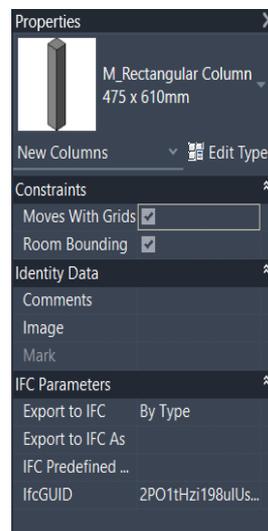
Input family

Lakukan pemodelan family menggunakan referensi yang ada dari *Revit Content Library* dan *impor* ke file kerja. Misalnya, untuk pembuatan kolom, Arsitektur > Kolom > Arsitektur Kolom. Dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7 Membuat *Column*

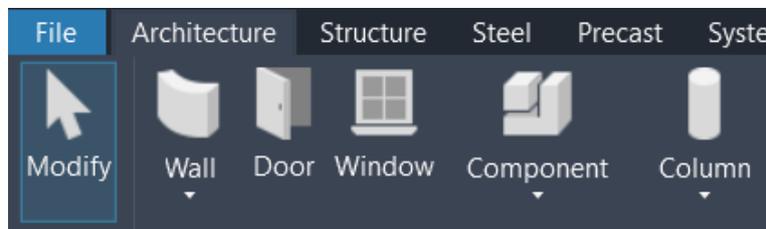
Dalam *tab properties* akan menunjukkan spesifikasi lengkap *column*. Karena setiap komponen baru atau material baru akan membuat family baru dengan cara *edit type* seperti pada Gambar 8.



Gambar 8 *Edit Type Family*

Setelah itu duplicate type column, beri nama sesuai dimensi dan komponen lainnya. Pemodelan Kolom, Balok, dan dinding.

Untuk memodelkan struktur utama, gunakan view floor plan, elevation, dan 3D. Komponen seperti kolom, balok, dan pelat dapat ditemukan di ribbon Architecture > Column, Walls, and Floor, Dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Membuat Kolom, Balok, dan dinding

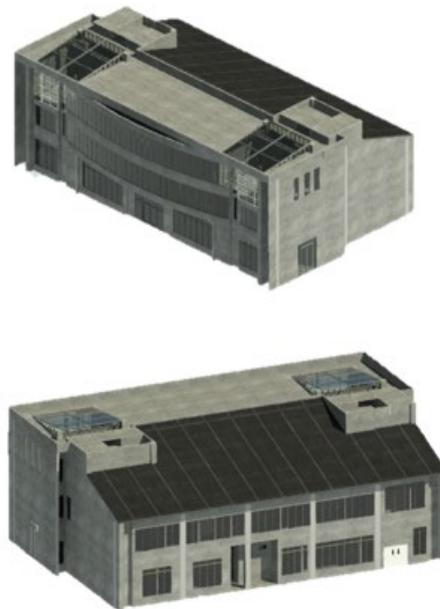
Pemodelan Arsitektur

Pemodelan arsitektur meliputi dinding, pintu, jendela, lantai, dan plafon. Komponen-komponen ini dapat ditemukan di ribbon Architecture > Build > (pilih komponen yang diinginkan). Dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Memilih Komponen Arsitektur

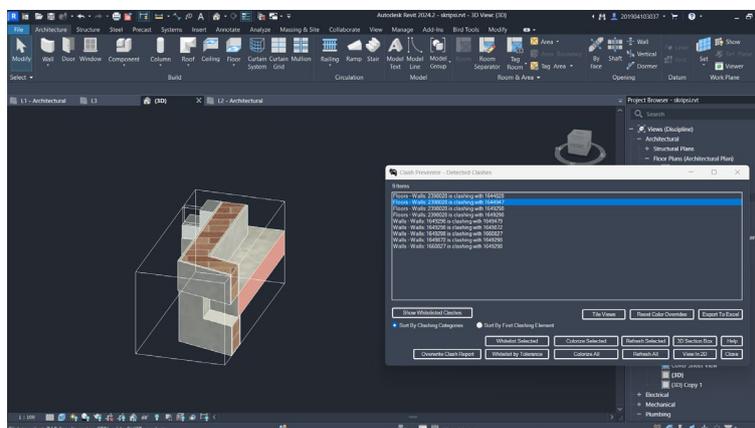
Berdasarkan hasil langkah-langkah di atas, maka pemodelan bangunan gedung 3D dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Pemodelan Gedung 3D

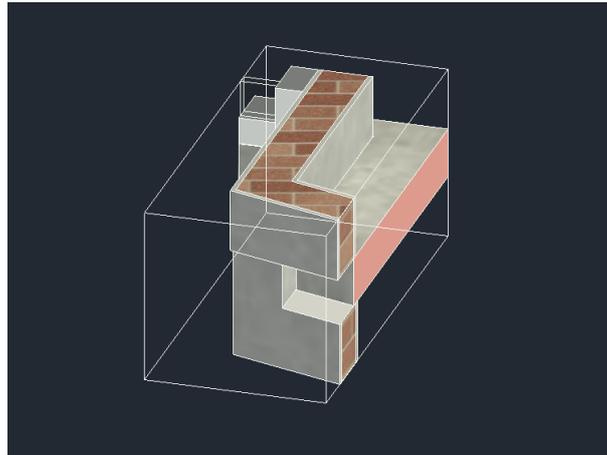
Clash Detection

Setelah dilakukan pemodelan menggunakan revit ditemukan adanya *clash* atau bentrokan antar dinding dan lantai, pada pekerjaan arsitektural ditemukan sekitar 9 clash dan toleransi 0.4 dengan menggunakan tools clash detection pada revit. Berikut beberapa contoh clash antar sistem arsitektur dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13, selengkapnya menrujuk pada lampiran



Gambar 12 clash pada dinding dan lantai

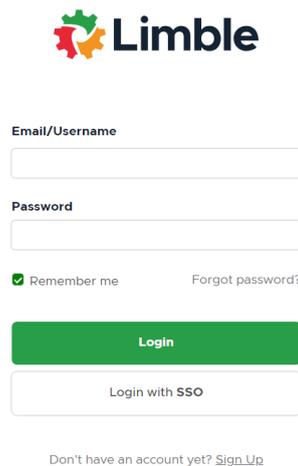
Untuk memperbaiki *Clash* atau bentrokan digunakan join geometry pada element agar tidak terjadi clash.



Gambar 13 *clash* yang telah diperbaiki

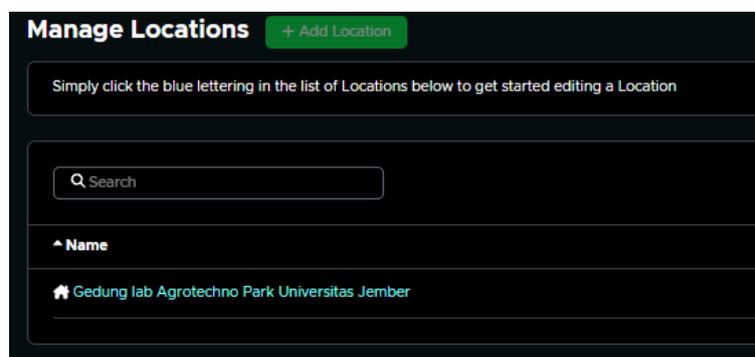
Pemodelan Limble Cmms

Untuk mengakses Limble CMMS melalui website di <https://auth.limblecmms.com/> dan membuat akun untuk menggunakan layanannya. untuk lebih jelasnya dilihat pada Gambar 14.

The screenshot shows the Limble login interface. At the top is the Limble logo, which consists of three interlocking gears in red, green, and blue, followed by the word 'Limble' in a bold, black sans-serif font. Below the logo are two input fields: 'Email/Username' and 'Password'. Under the password field, there is a checked checkbox for 'Remember me' and a link for 'Forgot password?'. A prominent green 'Login' button is centered below these fields. Below the button is a white button with the text 'Login with SSO'. At the bottom of the form, there is a link that says 'Don't have an account yet? Sign Up'.

Gambar 14 pembuatan akun

Setelah pembuatan akun selesai, Pada halaman utama, manage location untuk menambahkan informasi gedung. Dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15 Halaman utama

Masukkan nama dan alamat gedung, kemudian informasi akan tersimpan dengan otomatis form pengisian detail gedung dapat dilihat pada Gambar 16.

Gambar 16 form Lokasi Gedung

Setelah menambahkan lokasi, building manager dan partisipan seperti kontraktor, pengawas, tenant, dan lainnya dapat mengakses task gedung setelah mereka membuat akun terlebih dahulu. Dapat dilihat pada Gambar 17.

Gambar 17 *Manage Teams*

Lalu pilih *add a user*, selanjutnya isikan detail pekerja sesuai dengan identitas pekerja (lihat Gambar 18). Untuk detail pengisian adalah sebagai berikut:

- Isikan *first name* dan *last name* pekerja.
- Isikan alamat *Email* dan *phone number*.
- Isikan *role* pekerja sesuai dengan jabatan pekerja.

Gambar 18 *Add Users*

Simulasi pemeliharaan Gedung Menggunakan Limble Cmms

Untuk simulasi pemeliharaan bangunan gedung dengan standar Menteri Pekerjaan Umum No. 24/PRT/M/2008, detail pemeliharaan hanya mencakup lingkup arsitektur seperti yang tercantum dalam Tabel 1. Perhitungan volume material didasarkan pada perhitungan menggunakan Autodesk Revit 2024.tersebut sudah di tentukan material bangunan yang dipelihara serta perhitungan volumenya yang didapatkan dari pehitungan menggunakan autodesk revit 2024.

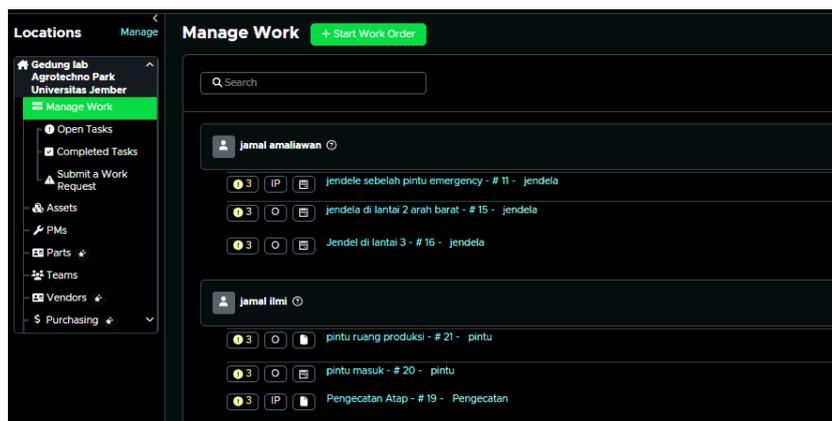
Tabel 1 Detail Pemeliharaan dan Volume

Komponen Bangunan	Material Bangunan	Satuan	Volume Pekerjaan
Dinding	Cat Dinding	m ²	4749
Lantai	Keramik	m ²	3487
Jendela	kaca	unit	186
Pintu	engsel	unit	194
	handle	unti	97
plafond	gypsum	m ²	2064

Prosedur pemeliharaan Limble cmms

Pemeliharaan terjadwal

Pada menu awal, pilih lokasi > manage work > start work order untuk memulai pembuatan pekerjaan pemeliharaan baru, yang terjadwal sebagai bagian dari perawatan komponen bangunan yang mengalami kerusakan. Dapat dilihat pada Gambar 19.

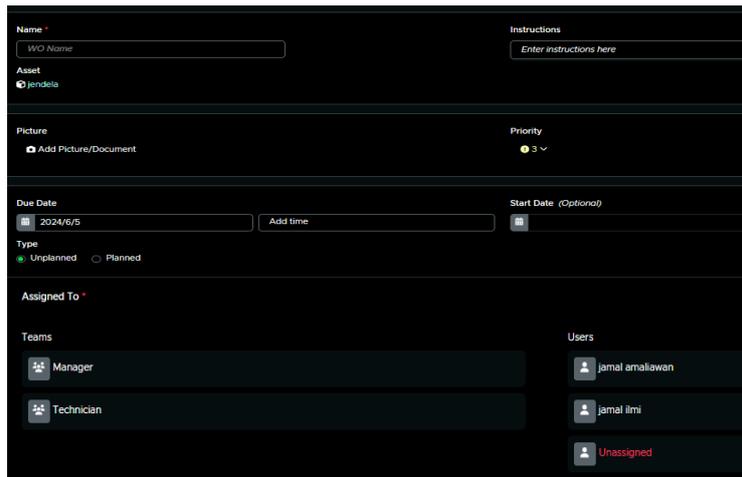


Gambar 19 *manage work*

Langka berikutnya mengisi detail pekerjaan pemeliharaan, sebagai contoh pekerjaan pemeliharaan jendela. Adapun langkah penyusunan detail pemeliharaan sebagai berikut

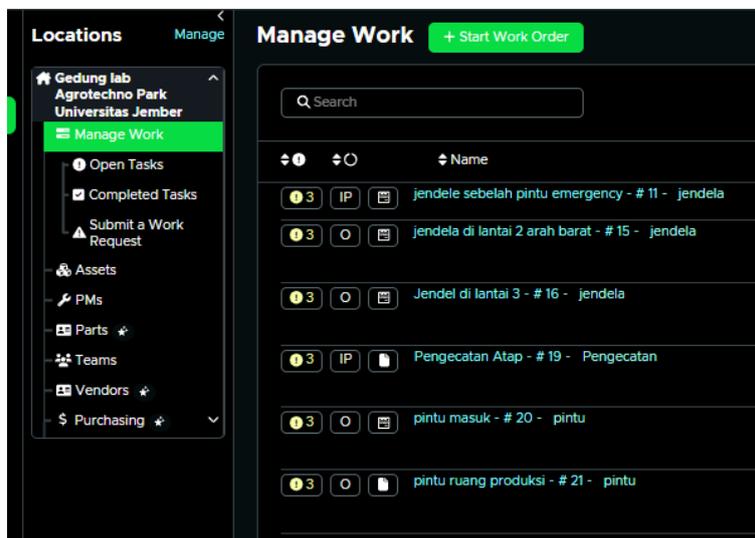
- *Add* aset untuk menambahkan aset jendela
- Nama diisi dengan pemeliharaan jendela
- Menambahkan *Instructions* untuk mengetahui untuk apa pemeliharaan diperlukan
- Tambahkan foto,dokumen dan SOP untuk lebih detailnya
- Atur prioritas tugas,
- Atur waktu mulai dan selesai, di sini diatur 5 mei 2024 jam 12.00 sampai 9 mei 2024, jam 01.00
- Pilih type planned untuk pekerjaan yang terjadwal
- Masukkan siapa yang ditugaskan untuk mengurus pekerjaan
- Lalu klik *create*

Dapat dilihat pada Gambar 20



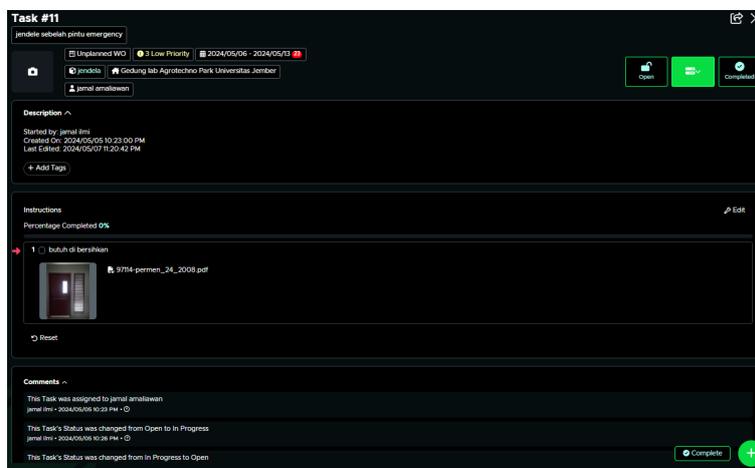
Gambar 20 *Setup work order*

Setelah membuat pekerjaan pemeliharaan baru, halaman awal akan berubah karena pekerjaan tersebut telah ditambahkan ke dalam sistem. Dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21 *Open Maintenance Task*

Untuk melihat perkembangan pekerjaan klik task. Dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22 *Task Perkembangan Pekerjaan*

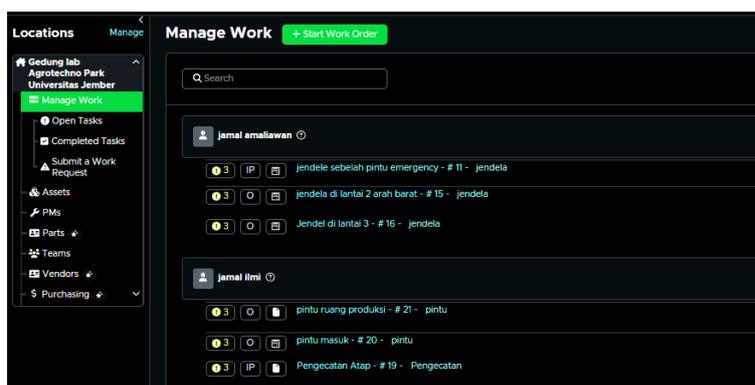
Apabila status *task* pekerjaan selesai, maka pekerjaan akan masuk di *complete task*. Dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23 Completed

Pemeliharaan tidak terjadwal

Menurut Menteri Pekerjaan Umum No. 24/PRT/M/2008, pemeliharaan tidak terjadwal adalah perbaikan yang harus segera dilakukan. Untuk melakukannya, pada bagian awal pilih location > manage work > start work order. Dapat dilihat pada Gambar 24.

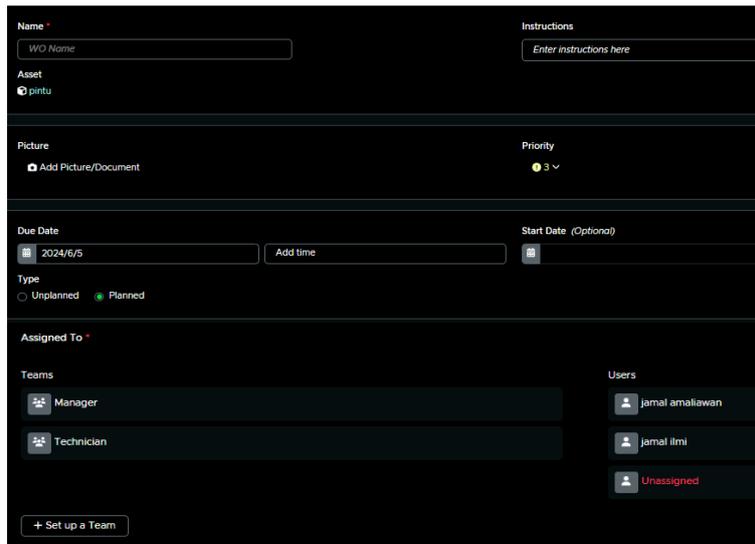


Gambar 24 Halaman awal

Selanjutnya mengisi detail pekerjaan pemeliharaan, misalnya pekerjaan pemeliharaan jendela, berikut penyusunan pemeliharaan:

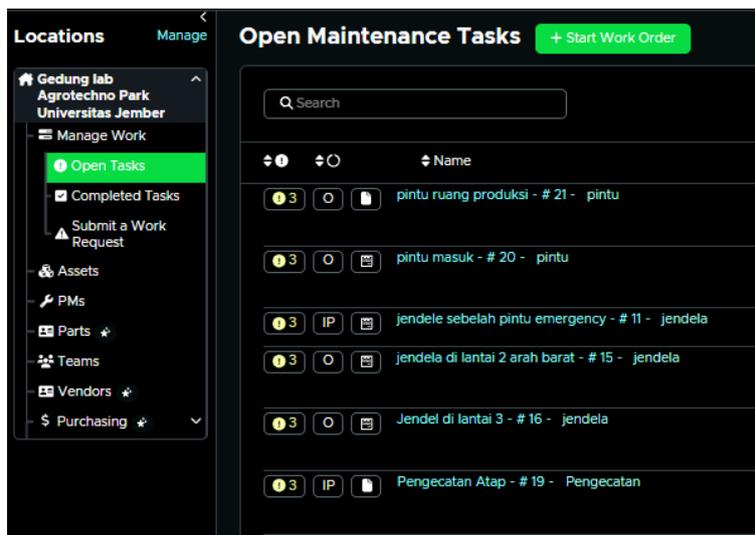
- *Add* aset untuk menambahkan aset jendela
- Nama diisi dengan pemeliharaan jendela
- Menambahkan *Instructions* untuk mengetahui untuk apa pemeliharaan diperlukan
- Tambahkan foto, dokumen dan SOP untuk lebih detailnya
- Atur prioritas tugas pemeliharaan sesuai dengan kebutuhan, disini diatur medium *priority* karena dilakukan tindakan segera.
- Atur waktu mulai dan selesai, di sini diatur 5 mei 2024 jam 12.00 sampai 9 mei 2024, jam 01.00
- Pilih *type unplanned* untuk pekerjaan yang tidak terjadwal
- Masukkan siapa yang ditugaskan untuk mengurus pekerjaan
- Lalu klik *create*

Hasil pemodelan dapat dilihat pada Gambar 25.



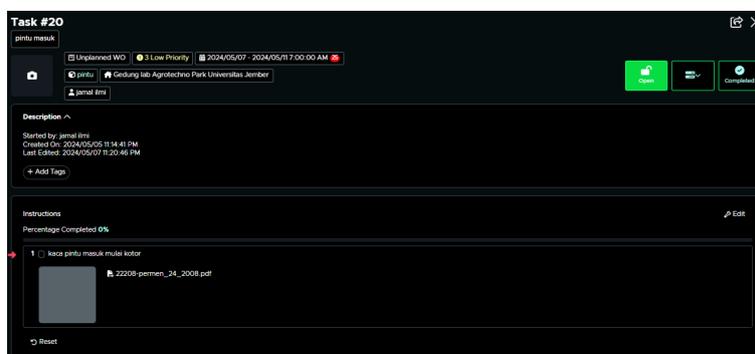
Gambar 25 setup work order

Terjadinya perubahan karena pekerjaan pemeliharaan baru ditambahkan. Dapat dilihat pada Gambar 26.



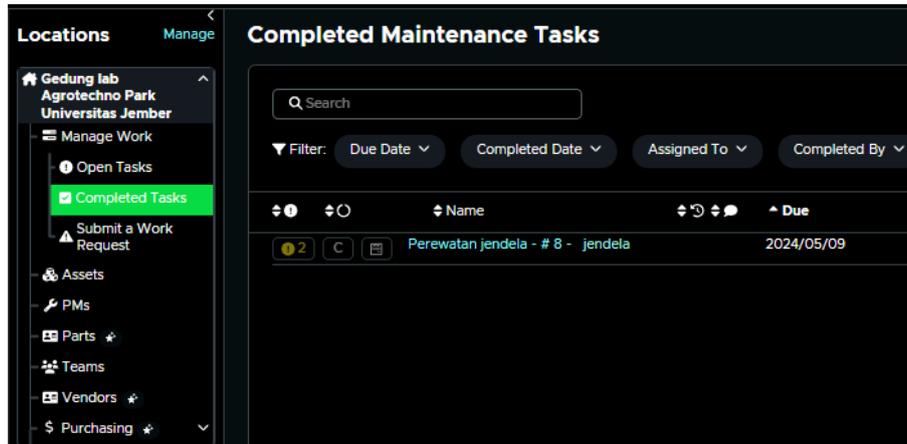
Gambar 26 open maintenance Tasks

Perkembangan pekerjaan dapat dilihat melalui klik *task*, untuk melihata pekerjaan ang telah dibuat dan *feedback*. Dapat dilihat pada Gambar 27.



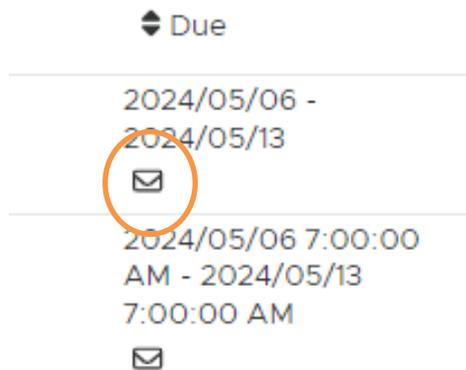
Gambar 27 Perkembangan Pekerja

Pada halaman awal akan berubah apabila status task pekerjaan selesai. Dapat dilihat pada Gambar 28.

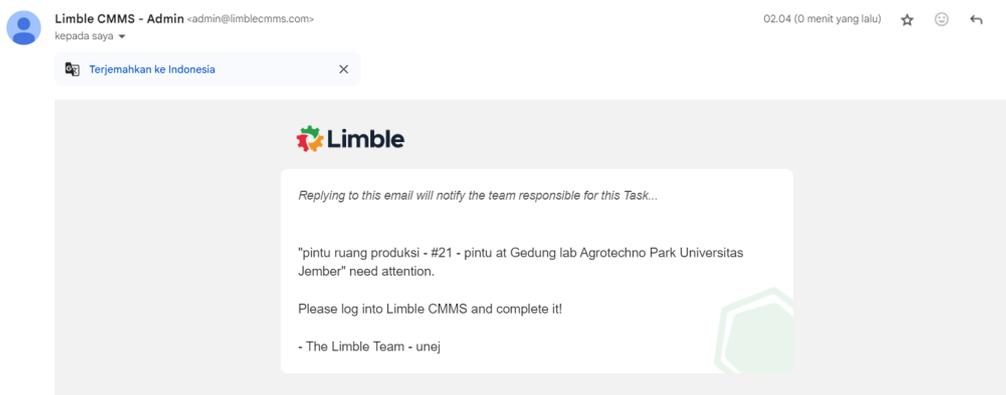


Gambar 28 Complete Maintenance Task

Sehingga pemodelan Limble CMMS dapat memberikan selfwarning yang dapat dilihat seperti logo mail. Hal ini ini dapat dilihat pada Gambar 29 dan 30.



Gambar 29 Logo Self warning



Gambar 30 Email selfwarning

Penjadwalan Pemeliharaan

Penjadwalan dilakukan dengan ketentuan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 24/PRT/M/2008 yang tercantum pada Tabel 4.2 tersebut sudah dijadwalkan komponen bangunan yang perlu dipelihara.

Tabel 3. 1 Kegiatan Pemeliharaan

No	Kegiatan Pemeliharaan	Standar
1	Pembersihan Dinding Keramik Kamar Mandi/WC	2 Kali
2	Pembersihan Plafon Tripleks	3 Bulan
3	Pelumasan Kunci, Engsel, Grendel	2 Bulan
4	Pelumasan Pintu Lipat	2 Bulan
5	Pembersihan Kusen	Setiap Hari
6	Pengecatan Kembali Kusen Besi	1 Tahun
7	Perawatan Dinding Kaca	1 Tahun
8	Pembersihan Kaca Jendela Serta Pembatas (Partisi Ruangan)	1 Minggu
9	Pembersihan Saluran Terbuka Air Kotor	1 Bulan
10	Pembersihan Sanitary Fixtures (Wastafel, Toilet Duduk, Toilet Jongkok, Urinoir).	Setiap Hari
11	Talang Air Datar Pada Atap Bangunan	1 Tahun
12	Pengecatan Kembali Talang Tegak Dari Pipa Besi Atau PVC	4 Tahun
13	Pengecatan Luar Bangunan	3 Tahun
14	Pemeliharaan Atap Bangunan	1 Bulan
15	Pemeliharaan Listplank Kayu	6 Bulan
16	Pemeriksaan Dan Pembersihan Floor Drain	Setiap Hari
17	Penggunaan Disinfektan Untuk Membersihkan Lantai Dan Dinding Kamar Mandi	Setiap Hari
18	Pembersihan Lantai Keramik	Setiap Hari
19	Pembersihan Lantai Keramik Dengan Penghisap Debu	Setiap Hari
20	Pembersihan Tirai/Gordyn	2 Bulan

Diskusi dan Pembahasan

Hasil pemodelan 3D menggunakan Autodesk Revit menunjukkan bahwa seluruh elemen arsitektural utama dapat divisualisasikan secara detail dan diukur secara akurat. Proses pemodelan dimulai dengan pembuatan grid dan level, dilanjutkan dengan impor gambar DED, dan pembangunan elemen seperti dinding, jendela, pintu, plafon, serta lantai. Hasil pemodelan menunjukkan volume dinding 4749 m², lantai 3487 m², plafon 2064 m², serta total jendela dan pintu dengan masing-masing 186 dan 194 unit. Temuan ini menunjukkan bahwa BIM sangat efektif untuk perhitungan volume material secara otomatis (*automated quantity take-off*).

Langkah selanjutnya menggunakan Limble CMMS untuk memodelkan sistem manajemen pemeliharaan berbasis standar Permen PUPR No. 24/PRT/M/2008. Sistem ini memungkinkan penjadwalan pemeliharaan preventif (terjadwal) dan korektif (tidak terjadwal), pencatatan instruksi kerja, penetapan personel pelaksana, hingga pelacakan status pekerjaan secara real-time. Simulasi menunjukkan bahwa pekerjaan pemeliharaan seperti pelumasan engsel, pengecatan plafon, dan pembersihan komponen bangunan dapat dikendalikan melalui *dashboard* CMMS yang terintegrasi.

Keunggulan dari integrasi BIM dan Limble CMMS terletak pada kemampuannya memberikan peringatan dini (*self-warning*) terhadap tugas pemeliharaan, mempercepat proses pengambilan keputusan, serta memastikan dokumentasi historis bangunan tersimpan secara sistematis dan dapat diakses lintas peran (manajer proyek, teknisi, kontraktor, dan pengelola gedung). Hal ini selaras dengan prinsip manajemen aset berbasis data dan teknologi digital yang sedang dikembangkan dalam sektor konstruksi berkelanjutan. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya tentang pemeliharaan pada gedung stasiun [1].

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi Building Information Modeling (BIM) dan Limble CMMS memberikan solusi yang efektif untuk merencanakan dan mengelola pemeliharaan gedung secara digital dan sistematis. Pemodelan arsitektural dengan Autodesk Revit

memungkinkan estimasi volume material secara otomatis, sedangkan penggunaan Limble CMMS memfasilitasi penjadwalan dan pengelolaan pekerjaan pemeliharaan berbasis data. Efisiensi dicapai melalui pengelolaan standar teknis, SOP, serta rekam jejak pekerjaan yang tersimpan dalam satu sistem terintegrasi.

Diharapkan model yang dikembangkan pada studi ini dapat diimplementasikan secara lebih luas pada bangunan fasilitas publik lain seperti sekolah, rumah sakit, dan gedung layanan pemerintah. Untuk penelitian lanjutan, direkomendasikan agar BIM diintegrasikan dengan sensor IoT atau sistem monitoring kondisi bangunan secara real-time untuk menciptakan sistem pemeliharaan prediktif berbasis data aktual.

Acknowledgment (Pilihan)

-

Daftar Pustaka

- [1] Soetjipto, J. W., Zarkasi, I. K., & Trisiana, A. (2023). Model Perancangan Pemeliharaan Bangunan Gedung Menggunakan Building Information Modeling (BIM). *Jurnal Permukiman*, 18(1), 1-15. <https://doi.org/10.31815/JP.2023.18.1-15>
- [2] Permen Pu. (2008). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 24/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung.
- [3] Ganindyatama, Y. J., Waluyo, R., Aditama, S., & Uda, K. A. (2023). Perancangan Model Struktur Bangunan Ruko Bertingkat di Lahan Gambut Menggunakan Metode Building Information Modelling. In *Jurnal Basement* (Vol. 1, Issue 1).
- [4] Setiawan, R., Arifin, S., & Trisiana, A. (2024). Quantity Take Off Pada Proyek Pembangunan Gedung Icu Rsud Ngudi Waluyo Blitar Menggunakan Bim Revit. *Journal of Ikatan Ahli Manajemen Proyek Indonesia*, 2(1), 37-48.
- [5] Afandi, S., Wiswamitra, K.A., & Trisiana, A. (2024). Pemodelan Struktur Bawah Gedung dan Monumen Reog Ponorogo Menggunakan Metode Building Information Modeling (BIM). *Journal of Ikatan Ahli Manajemen Proyek Indonesia*, 2(1), 49-58.
- [6] Panov, S., Nikolov, A., & Panova, S. (2021). Review of Standards and Systems for Predictive Maintenance.
- [7] Mellynia Saputri. (2023). Penerapan Building Information Modeling (BIM) Quantity Material Take Off.
- [8] Anggaran, D., Struktur, B., Arsitektur, D., Kasus, S., Gedung, :, Ogi, D., Irawan, P., Trisiana, A., Sukmawati, S., Sipil, J. T., Teknik, F., & Jember, U. (2021). Penerapan Building Information Modeling (BIM) Dalam Analisis Waktu. 2(1), 35-39. <http://journal.isas.or.id/index.php/JACEIT>
- [9] Wawan Yuriawan. (2023). Penerapan Metode Building Information Modeling (BIM) Pada Struktur Pembangunan Gedung Sistem Ujian Online dan Arsip UPBJJ-UT Lampung.
- [10] KemenPUPR. (2018). Modul 1 Kebijakan yang Terkait Perencanaan Konstruksi Dengan Sistem Teknologi BIM.
- [11] Sari, D. N., Soetjipto, J. W., & Arifin, S. (2022). Analisis Manajemen dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Gedung Kantor Bupati dan Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kabupaten Pamekasan. *Jurnal Ilmiah MITSU (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja)*, 10(2), 83-92.
- [12] Widiasanti, I., & Nugraha, R. E. M. (2017). Kajian Pengelolaan Pemeliharaan dan Perawatan Gedung Perguruan Tinggi: Studi Kasus Universitas Negeri Jakarta. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 1(1), 41-46.

[This page is intentionally left blank]