

ASTRA
polytechnic
member of ASTRA

p-ISSN 2085-8507
e-ISSN 2722-3280

TECHNOLOGIC

VOLUME 13 NOMOR 2 | DESEMBER 2022

POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

DEWAN REDAKSI Technologic

Ketua Editor:

Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T.

Dewan Editor:

Lin Prasetyani, S.T., M.T.

Rida Indah Fariani, S.Si., M.T.I

Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T.

Mitra Bestari:

Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T. (Universitas Negeri Jakarta)

Harki Apri Yanto, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

Dr. Sirajuddin, S.T., M.T. (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Administrasi:

Asri Aisyah, A.md.

Kristina Hutajulu, S.Kom.

Kantor Editor:

Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email : editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 13 No. 2, Edisi Desember 2022.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Desember 2022 kali ini berisi 13 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, seiring dengan semakin menurunnya kasus pandemi covid-19, dan semoga di tahun 2023 semakin sukses dan berjaya, tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Selamat membaca!

DAFTAR ISI

PEMBUATAN STANDARISASI KERJA UNTUK MENGURANGI ANGKA <i>PRESETTING DEVIATION</i> PADA <i>LINE 9</i> PT SKF INDONESIA	81
Nensi Yuselin, Elvin Valerian	
IMPLEMENTASI METODE <i>QUALITY CONTROL CIRCLE</i> (QCC) UNTUK MEMPERCEPAT WAKTU PROSES PEMASANGAN SISTEM PENYANGGA UNIT MOTOR MATIC DI POLITEKNIK ASTRA	88
Neilinda Novita Aisa, Muhamad Nur Andi W., Nicholas Ego Guarsa, Rohmat Setiawan, Faratiti Dewi Audensi, Rahayu Budi Prahara	
OPTIMALISASI <i>BOOKING RATE</i> DENGAN MENINGKATKAN KONTRIBUSI INSTAGRAM DAN WHATSAPP DI AUTO2000 ZZZ	95
Setia Abikusna, Lea Nika Fibriani	
MENURUNKAN <i>CLAIM NEXT PROCESS REJECT PLATE R</i> CEMBUNG PADA PROSES PERAKITAN <i>CRANKSHAFT</i> MENGGUNAKAN METODE <i>EIGHT STEPS</i> DI PT XYZ	102
Rohmat Setiawan, Dimensi Fara Safitri	
PENGARUH PENGGUNAAN ALAT <i>WEIGHT IN MOTION</i> (WIM) TERHADAP BIAYA PEMELIHARAAN JALAN TOL CIPALI	110
Kartika Setiawati, Syafiq Maulana Asvira	
EVALUASI <i>QUANTITY TAKE OFF</i> PEKERJAAN ARSITEKTUR PROYEK CSR MASJID JAMI MEDAN SATRIA MENGGUNAKAN AUTODESK REVIT 2020	116
Sofian Arissaputra, Cintri Anjani Rahmada Putri, Febrian Adien Fahrezy	
ANALISIS FAKTOR PENYEBAB SISA MATERIAL PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK KONSTRUKSI	120
Cintri Anjani Rahmada Putri, Sofian Arissaputra	
ANALISIS PERENCANAAN PEMBANGUNAN DINDING GESER METODE KONVENSIONAL DENGAN METODE <i>STRUT AND TIE</i>	126
Sofian Arissaputra, Rhesma Nur Widyana	
ANALISIS BIAYA PEKERJAAN ULANG KONSTRUKSI BERDASARKAN DATA EVALUASI DESAIN DENGAN SISTEM <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>	133
Dica Rosmyanto, Lily Kholida, M. Heri Sukantara	
EVALUASI EFEKTIVITAS PENGGUNAAN <i>SHEAR PLATE SHEAR WALL</i> PENGGANTI CONCRETE <i>SHEAR WALL</i> TERHADAP TINGKAT KENYAMANAN BANGUNAN	140
Gita Zakiah Putri, Muhammad Yusup Fiqri	

**PEMBUATAN AUTOMATIC TOOLS CHANGER FLUSH UNTUK MENURUNKAN CACAT PRODUK
PADA MESIN CNC MILLING** 145

Yohanes T. Wibowo, Faisal Amanullah, Vuko AT Manurung

**DESIGN OF WIRELESS CONTROL SYSTEMS AND NAVIGATION SYSTEMS ON THE AUTONOMOUS
VEHICLES AT HEAVY EQUIPMENT COMPANY** 152

Heru Suprpto, Iqbal Nur Fauzi, Syahril Ardi, Agus Ponco

**IMPLEMENTASI DMAIC UNTUK MENYELESAIKAN MASALAH PENUMPUKAN KERETA PRODUK
REJECT PADA PROSES CRUSHING DI PT XYZ** 159

Agung Kaswadi, Fransiskus Aris, Dimas Arief Hidayat

ANALISIS BIAYA PEKERJAAN ULANG KONSTRUKSI BERDASARKAN DATA EVALUASI DESAIN DENGAN SISTEM *BUILDING INFORMATION MODELING*

(Studi Kasus: Proyek Gedung Kampus Politeknik Astra, Cikarang)

Dica Rosmyanto^{a,1}, Lily Kholida^{b,2}, M. Heri Sukantara^{a,3}

a. Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Astra, Cibatu, Cikarang Selatan, 17530, Indonesia

b. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Meruya, Jakarta Barat, 11650, Indonesia

E-mail : dica.rosmayanto@polytechnic.astra.ac.id¹, lily.kholida@mecubuana.ac.id²,

mheri.sukantara@polytechnic.astra.ac.id³

Abstract--The development of construction technology encourages planners and implementers of construction services to always improve the quality and effectiveness of construction work. Currently, the term BIM (Building Information Modeling) is starting to be known which helps the planning process to construction. BIM can produce and manage all building information that is applied to the project life cycle. Problems in the implementation of construction often occur in a construction project. Problems can be caused by several factors such as the level of design complexity and the lack of checking planning drawings from each work discipline. This research was conducted to determine the performance and output of BIM in the construction process with a case study of the Astra Manufacturing Polytechnic Campus Building project. The method used is observation and analysis. Observations were made to collect research-related data while analysis was conducted to calculate the volume of rework and rework costs as well as project cost savings. Analysis using Autodesk Revit software. Revit is a BIM-based software that has a clash detection checking feature for building elements. Research shows that there is a risk of rework that can occur in reinforced concrete work of 50,843 m³, window work as many as 48 pieces and wall work with an area of 112,22 m² and ceiling work of 52.38 m². There is a savings in construction costs with a percentage of 0.91% of the total project cost because the risk of rework can be known earlier, so that the work is not implemented in the field. The results of the study show that the application of BIM in the form of clash detection reports provides convenience in evaluating the clash of building elements. This has a positive impact on the volume and cost of project work. Clash detection analysis on infrastructure buildings is expected to be carried out in future research to find out the optimization of the use of BIM.

Keywords: BIM, Revit, Clash Detection, Rework

Abstrak-- Perkembangan teknologi konstruksi mendorong perencana dan pelaksana jasa konstruksi untuk selalu meningkatkan mutu dan efektivitas pekerjaan konstruksi. Saat ini mulai dikenal istilah BIM (Building Information Modeling) yang membantu proses perencanaan sampai konstruksi. BIM dapat memproduksi dan mengelola semua informasi bangunan yang diaplikasikan pada siklus hidup proyek. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dan keluaran dari BIM pada proses konstruksi dengan studi kasus proyek Gedung Kampus Politeknik Astra. Metode yang digunakan adalah observasi dan analisis. Observasi dilakukan untuk mengumpulkan data terkait penelitian sedangkan analisis dilakukan untuk menghitung volume pekerjaan ulang dan biaya pekerjaan ulang serta penghematan biaya proyek. Analisis menggunakan software Autodesk Revit. Revit merupakan salah satu software berbasis BIM yang memiliki fitur pengecekan clash detection elemen bangunan. Penelitian menunjukkan terdapat resiko pekerjaan ulang yang dapat terjadi pada pekerjaan beton bertulang sebesar 50,843 m³, pekerjaan jendela sebanyak 48 buah dan pekerjaan dinding seluas 112,22 m² serta pekerjaan plafond sebesar 52,38 m². Terdapat penghematan biaya konstruksi dengan persentase 0,91 % dari biaya total proyek dikarenakan resiko pekerjaan ulang dapat diketahui lebih awal, sehingga pekerjaan – pekerjaan tersebut tidak terimplementasi di lapangan. Hasil studi menunjukkan penerapan BIM berupa keluaran clash detection report berdampak baik kepada volume dan biaya pekerjaan proyek. Analisis clash detection pada bangunan infrastruktur diharapkan dapat dilakukan pada penelitian kedepannya untuk mengetahui optimalisasi penggunaan BIM.

Kata Kunci: BIM, Revit, Clash Detection, Pekerjaan Ulang

I. PENDAHULUAN

Perkembangan proyek konstruksi di dunia saat ini semakin pesat, baik proyek Infrastruktur, *high rise*

building, maupun Perumahan. Indonesia merupakan salah satu negara yang mengejar proyek-proyek tersebut dalam kurun waktu 4 tahun terakhir

(Supriyatna, 2018), dan setiap proyek ditekan untuk selalu memperhatikan 3 unsur utama pada manajemen konstruksi, yaitu biaya, mutu dan waktu. Sehingga untuk mendapatkan 3 unsur tersebut diperlukan metode yang tepat atau inovasi demi tercapainya tujuan tersebut. Salah satunya yaitu dengan menggunakan Teknologi.

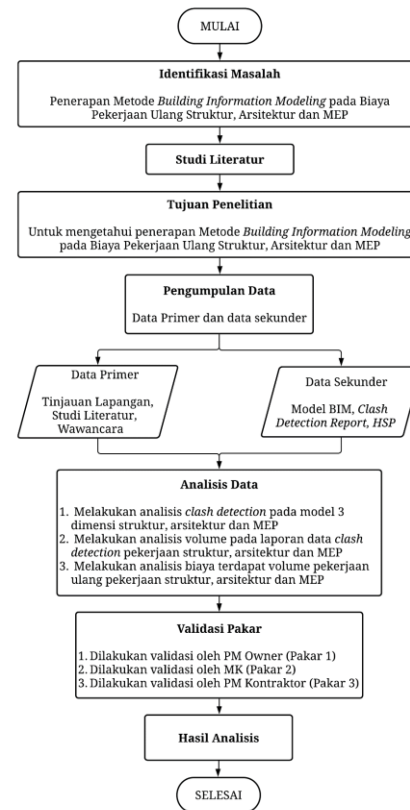
Saat ini BIM (*Building Information Modeling*) merupakan solusi yang tepat untuk dapat membantu proyek konstruksi, penyedia jasa dapat mengetahui visualisasi, volume, penjadwalan bangunan tanpa harus benar-benar membangunnya terlebih dulu penyedia. BIM sudah berkembang di negara-negara maju. Sebagian besar perusahaan konstruksi di Indonesia masih menggunakan perangkat lunak konvensional seperti AutoCad untuk desain gambar, SAP atau ETABS untuk Analisis struktur, Ms. Excel untuk perhitungan volume dan biaya, dan Ms. Project untuk penjadwalan. BIM mengubah seluruh konsep perencanaan dengan memperkenalkan suatu proses untuk mengembangkan desain dan dokumentasi konstruksi (Nugroho, 2016).

Proyek gedung kampus Politeknik Astra merupakan salah satu proyek pembangunan gedung instansi pendidikan yang difungsikan sebagai tempat pembelajaran bagi para mahasiswa Politeknik Astra. Proyek ini dimulai pada bulan mei tahun 2019, diawali dengan peletakan batu pertama atau *groundbreaking* yang dihadiri Menristekdikti Prof. Mohamad Nasir di kawasan industri Cikarang, Jawa Barat. Proyek ini disyaratkan selesai dalam waktu 2 tahun pada awal semester ganjil tahun 2021. Oleh karena itu sangat tergantung pada ketepatan waktu dalam pembangunannya, jika waktu pembangunan terlambat maka akan berdampak pada pelaksanaan pembelajaran. Proyek ini pada perencanaan awal belum menggunakan metode BIM dan baru diterapkan pada tahap konstruksi yang merupakan salah satu syarat bagi para penyedia jasa (kontraktor) dalam mengajukan tender. Penerapan BIM merupakan langkah mencari solusi dalam pengontrolan pembangunan, kemudahan proses *engineering*, sampai tahap koordinasi dengan para *stakeholders*. Setelah kontraktor menerapkan metode BIM berdasarkan gambar *for construction* dari perencana, terdapat beberapa temuan resiko pekerjaan ulang pada desain gedung kampus Politeknik Astra. Berdasarkan evaluasi tersebut beberapa potensi pekerjaan ulang tidak sampai pada tahap pembangunan, dikarenakan terlebih dahulu diketahui pada informasi aplikasi BIM. Sehingga pekerjaan ulang menjadi hilang dan tidak adanya penambahan biaya pada pekerjaan konstruksi. Oleh sebab itu hal ini yang melatar belakangi penulis untuk melakukan penelitian dengan judul “Menganalisis Biaya Pekerjaan Ulang Konstruksi

Berdasarkan Data Evaluasi Desain Dengan Sistem *Building Information Modeling*” studi kasus proyek gedung kampus Politeknik Astra, Cikarang.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini, menggunakan metode analisis kualitatif yang bersifat pemecah masalah dengan menguraikan teori – teori, data, standar, observasi lapangan dan penunjang yang lainnya secara sistematis. Metode penelitian kualitatif adalah penelitian yang berlandaskan pada filsafat *postpositivisme*, digunakan pada kondisi objek yang alamiah, dan peneliti adalah sebagai instrumen kunci, pengambilan sampel sumber data dilakukan secara *purposive sample*, yaitu pengambilan sampel dengan cara memberikan ciri khusus yang sesuai tujuan penelitian. penelitian kualitatif tidak menggunakan populasi karena tipe penelitian kualitatif ini berangkat dari kasus tertentu yang ada pada situasi social tertentu dan hasil kajiannya tidak akan digeneralisasikan ke populasi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

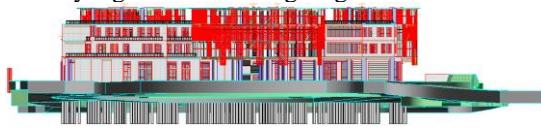
III. HASIL DAN PERANCANGAN

1. Data Model 3D Proyek Berbasis BIM

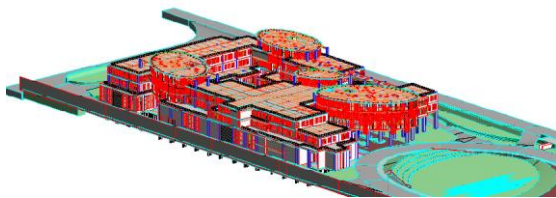
Pemodelan tiga dimensi dilakukan dengan menginput data-data dari *for construction drawing*

struktur, arsitektur dan MEP ke dalam format digital *autodesk revit*. Pemodelan awal mencakup pembuatan denah lantai struktur yang dimulai dari lantai dasar hingga lantai atap. Parameter tinggi level dan input elemen-elemen struktur pembentuk gedung sesuai dengan kelompok, ukuran dan material pembentuknya.

Hasil pemodelan dari model BIM dapat dilihat pada gambar 2, gambar 3, dimana pada model BIM telah terhubung antaraa tampilan gambar tampak, denah, potongan maupun gambar isometri tiga dimensi. Dengan kelebihan ini, proses penggambaran cukup dilakukan hanya sekali. Setiap perubahan pada satu gambar akan berimplikasi pada perubahan gambar yang lain secara langsung.



Gambar 2. Model 3D BIM Tampak Depan



Gambar 3. Model 3D BIM Tampak Isometri

2. Data Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Data rekapitulasi rencana anggaran biaya yang dibuat oleh Kontraktor dan disetujui oleh pemilik proyek, bertujuan untuk acuan biaya pembangunan proyek kampus Politeknik Astra. Dasar perhitungan adalah gambar yang dibuat oleh konsultan perencanaan atau gambar tender. Data ini digunakan untuk mendapatkan persentase penghematan biaya konstruksi. Berikut rekapitulasi rencana anggaran biaya proyek :

Tabel 1. Rekapitulasi RAB Proyek Kampus AstraTech

No.	Uraian Pekerjaan	Nilai Total
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 31.968.681.000
2	Pekerjaan Struktur	Rp 128.754.296.555
3	Pekerjaan Arsitektur	Rp 130.684.263.695
4	Pekerjaan MEP	Rp 3.616.086.455
	SUB TOTAL 1	Rp 295.023.327.705
	PROFIT	Rp 23.364.184.067
	FEE KORDINASI	Rp 8.978.000.000
	SUB TOTAL 2	Rp 327.365.511.772
	PPN 10%	Rp 32.736.551.177
	NILAI TOTAL	Rp 360.102.062.949
	PEMBULATAN	Rp 360.102.000.000

3. Data Clash Detection Report

Data *clash detection report* merupakan laporan yang dibuat oleh *BIM engineer* kontraktor yang dihasilkan dari model tiga dimensi menggunakan *software autodesk revit*. Laporan ini digunakan kontraktor untuk mengetahui tabrakan – tabrakan yang terjadi pada elemen struktur, arsitektur dan MEP. Fungsinya adalah agar proses konstruksi di lapangan sesuai dengan perencanaan dan meminimalisir pekerjaan ulang.

Hasil laporan ini akan dijadikan acuan dalam penganalisisan elemen struktur, arsitektur dan MEP yang mengalami *clash* dan jumlah pekerjaan ulang yang dapat terjadi di lapangan.

Laporan *clash detection report* berupa daftar dan *keyplan* lokasi terjadinya *clash* elemen – elemen konstruksi proyek Kampus Politeknik Astra lantai dasar – lantai 2 dapat dilihat pada gambar 4 – 9.

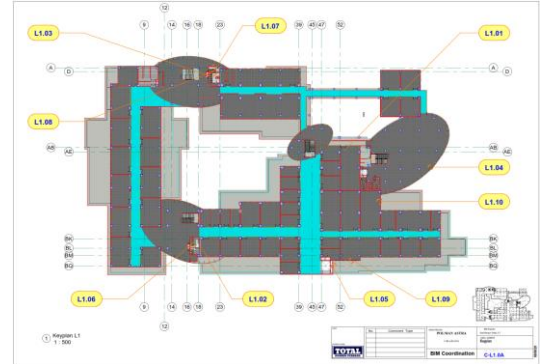
Gambar 4. Daftar *Clash Detection Report* Lantai Dasar



Gambar 5. *Keyplan Clash Detection Report* Lantai Dasar

Drawing Code	BPI No	Identification	Suggestion	Solution	Meeting	Issued To	BPI No.
C11.01	L1.01	Frame window door frame	Check frame size	Check frame size			
C11.02	L1.02	Door frame door frame	Check door frame size	Check door frame size			
C11.03	L1.03	Window frame window frame	Check window frame size	Check window frame size			
C11.04	L1.04	Door frame door frame	Check door frame size	Check door frame size			
C11.05	L1.05	Window frame window frame	Check window frame size	Check window frame size			
C11.06	L1.06	Door frame door frame	Check door frame size	Check door frame size			
C11.07	L1.07	Window frame window frame	Check window frame size	Check window frame size			
C11.08	L1.08	Door frame door frame	Check door frame size	Check door frame size			
C11.09	L1.09	Window frame window frame	Check window frame size	Check window frame size			
C11.10	L1.10	Door frame door frame	Check door frame size	Check door frame size			

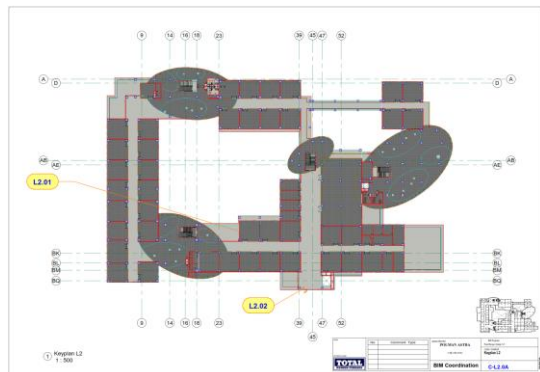
Gambar 6. Daftar Clash Detection Report Lantai 1



Gambar 7. Keyplan Clash Detection Report Lantai 1

Drawing Code	BPI No	Identification	Suggestion	Solution	Meeting	Issued To	BPI No.
C12.01	L2.01	Window frame window frame	Check window frame size	Check window frame size			
C12.02	L2.02	Door frame door frame	Check door frame size	Check door frame size			

Gambar 8. Daftar Clash Detection Report Lantai 2



Gambar 9. Keyplan Clash Detection Report Lantai 2

4. Data Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan adalah data yang diperoleh dari *bill of quantity* proyek yang dibuat oleh kontraktor dan disetujui oleh pemilik proyek. Data ini digunakan untuk pengali dengan volume pekerjaan untuk mendapatkan biaya total suatu pekerjaan.

Terdapat 7 elemen pekerjaan konstruksi yang mengalami *clash* berdasarkan data *clash detection report*. Harga satuan pekerjaan elemen – elemen konstruksi tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Harga Satuan Pekerjaan Struktur, Arsitektur, MEP

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan
1	Jendela tipe (W1) Uk. 2400 x 6000 mm + uk. 3300 x 6000 mm + uk. 1800 x 6000 mm, <i>window leave</i> aluminium 10 mm x 20 mm + <i>tempered glass</i> 10 mm, <i>window frame</i> aluminium 30 mm x 65 mm, termasuk <i>hardware</i> , aksesoris, alat bantu dan perlengkapan lainnya	buah	Rp 187.341.650
2	Jendela tipe (W2) Uk. 1200 x 2700 mm + uk. 1800 x 2700 mm + uk. 900 x 2700 mm + uk. 600 x 2700 mm <i>window leave</i> aluminium 10 mm x 20 mm + <i>tempered glass</i> 10 mm, <i>window frame</i> aluminium 30 mm x 65 mm, termasuk <i>hardware</i> , aksesoris, alat bantu dan perlengkapan lainnya	buah	Rp 51.343.920
3	Jendela tipe (W3) Uk. 1200 x 2700 mm + uk. 1800 x 2700 mm + uk. 900 x 2700 mm + uk. 1200A x 2700 mm, <i>window leave</i> aluminium 10 mm x 20 mm + <i>tempered glass</i> 10 mm, <i>window frame</i> aluminium 30 mm x 65 mm, termasuk <i>hardware</i> , aksesoris, alat bantu dan perlengkapan lainnya	buah	Rp 51.343.920
4	Jendela tipe (W4) Uk. 1000 x 6400 mm <i>window leave</i> aluminium 10 mm x 20 mm + <i>tempered glass</i> 10 mm, <i>window frame</i> aluminium 30 mm x 65 mm, termasuk <i>hardware</i> , aksesoris, alat bantu dan perlengkapan lainnya	buah	Rp 26.732.780
5	Pekerjaan <i>Planter Box</i>	m3	Rp 5.721.022
6	Pekerjaan Dinding Bata	m2	Rp 320.950
7	Pekerjaan Plafond	m2	Rp 63.110

5. Analisis Clash Detection Model 3 Dimensi Proyek

Melalui analisis data *clash detection report* menunjukkan adanya elemen konstruksi yang dapat menjadi pekerjaan ulang dan tidak. Berikut rekapitulasi elemen konstruksi yang mengalami *clash* di setiap lantai proyek kampus Politeknik Astra:

Tabel 3. Clash Detection Report Lantai Dasar Gedung Kampus

No.	Identifikasi	Solusi
Pekerjaan Arsitektur		
1	Window (W4) clash dengan Balok Struktur	Ganti tipe menjadi Window (W6)
2	Jendela H=6020 mm clash dengan balok (B1)	Tinggi jendela disamakan dengan (W6) =5450 mm
Pekerjaan Struktur		
1	Dinding tangga 3 clash dengan planter box	Posisi planter box di geser

Terdapat 3 dari 9 clash yang beresiko pekerjaan ulang di lantai dasar. Keenam elemen yang lain merupakan pekerjaan yang tidak beresiko pekerjaan ulang, dikarenakan pekerjaan tersebut tidak dapat diimplementasikan di lapangan jika mengikuti gambar konstruksi.

Tabel 4. Clash Detection Report Lantai 1 Gedung Kampus

No.	Identifikasi	Solusi
Pekerjaan Arsitektur		
1	Pipa Riser clash dengan dinding	Dinding digeser 230 mm
2	Pipa urinal dan pipa wastafel tidak ter-cover	Tambahan dinding
3	Dinding tidak muat untuk instalasi pipa	Tambahan dinding untuk urinal
4	Konfirmasi posisi dinding shaft lift	Dinding rata luar
5	Instalasi ducting dan pipa clash dengan CL +2900	Ceiling diturunkan menjadi +2600
6	Fan ducting clash dengan ceiling +2700	Ceiling diturunkan menjadi +2600
7	Ducting clash dengan ceiling +2900	Ceiling diturunkan menjadi +2600
8	Jendela facade clash dengan balok	Tinggi jendela menjadi 2300 mm

Terdapat 8 dari 10 clash yang beresiko pekerjaan ulang di lantai satu. Satu elemen merupakan pekerjaan yang tidak beresiko pekerjaan ulang dan satu lagi merupakan pekerjaan yang sama dengan clash yang sudah ada.

Tabel 5. Clash Detection Report Lantai 2 Gedung Kampus

No.	Identifikasi	Solusi
Pekerjaan Arsitektur		
1	Jendela facade clash dengan balok	Tinggi jendela menjadi 2300 mm

Terdapat 1 dari 2 clash yang beresiko pekerjaan ulang di lantai dasar. Satu elemen yang lain merupakan pekerjaan yang tidak beresiko pekerjaan ulang, dikarenakan hanya informasi saja.

6. Analisis Volume Pekerjaan Ulang Struktur, Arsitektur dan MEP

Dalam mendapatkan volume elemen konstruksi yang mengalami clash, dilakukan analisis model tiga dimensi menggunakan software autodesk revit yang telah dimodelkan oleh BIM engineer kontraktor berdasarkan gambar for construction. Dikarenakan pada clash detection report tidak menampilkan jumlah elemen konstruksi yang mengalami tabrakan.

Volume elemen konstruksi yang mengalami clash pada lantai dasar, lantai 1 dan lantai 2 dapat dilihat pada tabel 6, 7, 8.

Tabel 6. Volume Lantai Dasar Gedung Kampus

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
Pekerjaan Arsitektur			
1	Jendela (W4) clash dengan Balok Struktur	buah	13
2	Jendela (W1) uk. 2400x 6000 mm clash dengan balok (B1)	buah	2
3	Jendela (W1) uk. 3300 x 6000 mm clash dengan balok (B1)	buah	2
4	Jendela (W1) uk. 1800 x 6000 mm clash dengan balok (B1)	buah	2
Pekerjaan Struktur			
5	Dinding tangga 3 clash dengan planter box	m3	50,843

Tabel 7. Volume Lantai 1 Gedung Kampus

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
1	Pipa Riser clash dengan dinding	m2	7,12
Dinding digeser 230 mm (3,82 x 1,863 mm)			
2	Pipa urinal dan pipa wastafel tidak ter-cover	m2	23,00
3	Dinding tidak muat untuk instalasi pipa	m2	6,49
4	Konfirmasi Posisi dinding shaft lift	m2	82,73
5	Instalasi ducting dan pipa clash dengan ceiling +2900	m2	24,79
6	Fan ducting clash dengan ceiling +2700	m2	2,19
7	Ducting clash dengan ceiling +2900	m2	25,40
8	Jendela facade clash dengan balok	buah	15,00
Jendela Tipe W2 uk. 1200 x 2700 mm + uk. 1800 x 2700 mm + uk. 900 x 2700 mm + uk. 600 x 2700			

Tabel 8. Volume Lantai 2 Gedung Kampus

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
Pekerjaan Arsitektur			
1	Jendela facade clash dengan Balok	buah	14
Jendela Tipe W3 uk. 1200 x 2700 mm + uk. 900 x 2700 mm + uk. 1800 x 2700 mm + uk. 1200A x 2700 mm			

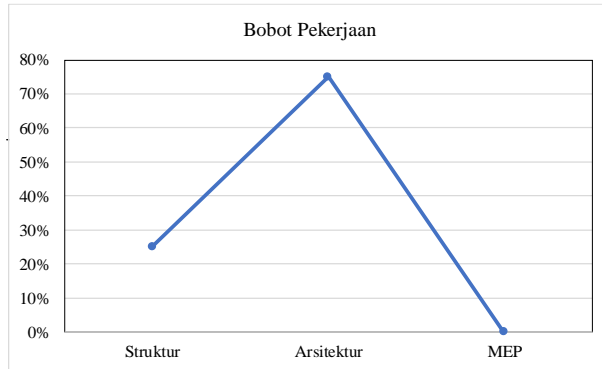
Berikut rekapitulasi analisis volume elemen struktur yang sudah digabungkan sesuai dengan disiplin pekerjaannya :

Tabel 9. Rekapitulasi Volume Pekerjaan Ulang

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
1 Pekerjaan Struktur			
- Pekerjaan Beton Bertulang		m3	50,843
2 Arsitektur			
- Pekerjaan Jendela		buah	48
- Pekerjaan Dinding		m2	112,22
- Pekerjaan Plafond		m2	52,38

Tabel 10. Rekapitulasi Bobot Tiap Jenis Pekerjaan

Uraian Pekerjaan	Bobot
Struktur	25%
Arsitektur	75%
MEP	0%



Gambar 10. Grafik Bobot Tiap Jenis Pekerjaan

Terdapat 2 disiplin pekerjaan yang beresiko terjadi pekerjaan ulang yaitu struktur dan arsitektur, untuk pekerjaan MEP tidak beresiko mengalami pekerjaan ulang dikarenakan elemen MEP *clash* dengan pekerjaan arsitektur (dinding), dalam hal ini kontraktor memilih untuk merubah peletakan elemen arsitektur.

7. Analisis Biaya Pekerjaan Ulang Struktur, Arsitektur dan MEP

Untuk mendapatkan biaya pekerjaan ulang dari elemen konstruksi yang mengalami *clash* yaitu dengan mengalikan volume pekerjaan yang didapat dengan harga satuan pekerjaan. Berikut Analisis biaya pekerjaan ulang konstruksi lantai dasar, lantai 1 dan lantai 2 proyek kampus Politeknik Astra:

Tabel 11. Evaluasi Biaya Pekerjaan Ulang Lantai Dasar Gedung Kampus

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Jendela (W4) <i>clash</i> dengan Balok Struktur	buah	13	Rp 26.732.780	Rp 347.526.140
2	Jendela (W1) uk. 2400x 6000 mm <i>clash</i> dengan balok (B1)	buah	2	Rp 187.341.650	Rp 374.683.300
3	Jendela (W1) uk. 3300 x 6000 mm <i>clash</i> dengan balok (B1)	buah	2	Rp 187.341.650	Rp 374.683.300
4	Jendela (W1) uk. 1800 x 6000 mm <i>clash</i> dengan balok (B1)	buah	2	Rp 187.341.650	Rp 374.683.300
5	Dinding tangga 3 <i>clash</i> dengan planter box	m3	50,843	Rp 5.721.022	Rp 290.873.922
TOTAL PEKERJAAN ULANG LANTAI DASAR					Rp 1.762.449.962

Tabel 12. Evaluasi Biaya Pekerjaan Ulang Lantai 1 Gedung Kampus

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Pipa Riser <i>clash</i> dengan dinding	m2	7,12	Rp 320.950	Rp 2.284.092
2	Pipa urinal dan pipa wastafel tidak ter-cover	m2	23,00	Rp 320.950	Rp 7.383.054
3	Dinding tidak muat untuk instalasi pipa	m2	6,49	Rp 320.950	Rp 2.082.083
4	Konfirmasi Posisi dinding <i>shaft lift</i>	m2	82,73	Rp 320.950	Rp 26.551.263
5	Instalasi ducting dan pipa <i>clash</i> dengan CL +2900	m2	24,79	Rp 63.110	Rp 1.564.497
6	Fan ducting <i>clash</i> dengan ceiling +2700	m2	2,19	Rp 63.110	Rp 138.211
7	Ducting <i>clash</i> dengan ceiling +2900	m2	25,40	Rp 63.110	Rp 1.603.246
8	Jendela facade <i>clash</i> dengan balok	buah	15,00	Rp 51.343.920	Rp 770.158.800
Jendela Tipe W2 uk. 1200 x 2700 mm + uk. 1800 x 2700 mm + uk. 900 x 2700 mm + uk. 600 x 2700					
TOTAL PEKERJAAN ULANG LANTAI 1					Rp 811.765.245

Tabel 13. Evaluasi Biaya Pekerjaan Ulang Lantai 2 Gedung Kampus

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Jendela <i>façade clash</i> dengan Balok	buah	14	Rp 51.343.920	Rp 718.814.880
Jendela Tipe W3 uk. 1200 x 2700 mm + uk. 900 x 2700 mm + uk. 1800 x 2700 mm + uk. 1200A x 2700 mm					
TOTAL PEKERJAAN ULANG LANTAI 2					Rp 718.814.880

Analisis rekapitulasi evaluasi biaya pekerjaan ulang yaitu total biaya pekerjaan ulang lantai dasar – lantai 2 dan persentase pekerjaan ulang yaitu total biaya pekerjaan ulang dibagi dengan total biaya proyek.

Berikut rekapitulasi total biaya dan persentase pekerjaan ulang proyek gedung kampus Politeknik Astra:

Tabel 14. Rekapitulasi Evaluasi Biaya Pekerjaan Ulang Gedung Kampus

1	Lantai Dasar	Rp	1.762.449.962
2	Lantai 1	Rp	811.765.245
3	Lantai 2	Rp	718.814.880
TOTAL BIAYA PEKERJAAN ULANG		Rp	3.293.030.087
TOTAL BIAYA PROYEK		Rp	360.102.000.000
PERSENTASE PEKERJAAN ULANG			0,91%

8. Analisis Kelebihan dan Kekurangan Penerapan BIM

Setelah melakukan analisis *clash detection report*, volume dan biaya pada model 3 dimensi proyek gedung kampus Politeknik Astra diketahui kelebihan dan kekurangan penerapana *Building Information Modeling* (BIM) yaitu :

- A. Kelebihan Metode *Building Information Modeling* (BIM)
- Bentrok antara elemen struktur, arsitektur dan MEP lebih mudah diketahui.
 - Evaluasi gambar *for construction* lebih cepat diatasi sebelum diimplementasi.
 - Terdapat visualisasi pada *clash detection report*.
 - Perhitungan volume pekerjaan sama dengan aktual pekerjaan di lapangan.
- B. Kekurangan Metode *Building Information Modeling* (BIM)
- Biaya penggunaan *software* yang relatif mahal.
 - Dibutuhkan sumber daya manusia yang terampil.
 - Clash detection report* tidak dapat mengeluarkan data sesuai disiplin ilmu.
 - Clash detection report* tidak dapat mengeluarkan volume elemen bangunan yang mengalami *clash*

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa pada perhitungan volume didapatkan resiko pekerjaan – pekerjaan ulang yang dapat dihilangkan, yaitu pekerjaan beton bertulang sebesar **50,843 m³**, pekerjaan jendela sebanyak **48 buah**, pekerjaan dinding sebesar **112,22 m²** dan pekerjaan plafond sebesar **52,38 m²**.

Terdapat biaya pekerjaan ulang senilai **Rp. 3.293.030.087** yang tidak dikeluarkan oleh kontraktor. Lebih efisien sebesar **0,91 %** dari biaya proyek.

Kelebihan penerapan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) berupa *output clash detection* dari *software autodesk revit* memberikan kemudahan dalam evaluasi bentrok elemen – elemen bangunan. Resiko pekerjaan ulang dapat diketahui terlebih dahulu sebelum pekerjaan di lapangan dilaksanakan. Hal tersebut berdampak baik pada volume dan biaya pekerjaan proyek. Kekurangannya pada *output clash detection* tidak dapat mengeluarkan data sesuai disiplin ilmu (struktur, arsitektur, MEP) dan tidak dapat mengeluarkan volume elemen – elemen bangunan yang mengalami *clash*. Penelitian selanjutnya dapat menerapkan analisis *clash detection* pada struktur bangunan lain, seperti bangunan infrastruktur.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Berlian, Cinthia Ayu ; Adhi, Randy Putranto ; Nugroho, H. (2016). Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya dan Sumber Daya Manusia Antara Metode BIM dan Konvensional (Studi kasus :Perencanaan Gedung 20 Lantai). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 5(2), 220–229.
- [2] [2] Bhagwat, P., & Shinde, R. (2016). *Clash Detection -A New Tool in Project Management*. 4(4), 193–197.
- [3] [3] Lie, N., Teknik, F., & Utara, U. S. (2016). Estimasi Kuantitas Konstruksi Dengan Metoda *Building Information Modeling* (*Bim*) Pada Estimasi Kuantitas Konstruksi Dengan Metoda *Building Information Modeling* (*Bim*).