

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Pengamatan

##### 4.1.1 Observasi Kondisi Eksisting Proyek

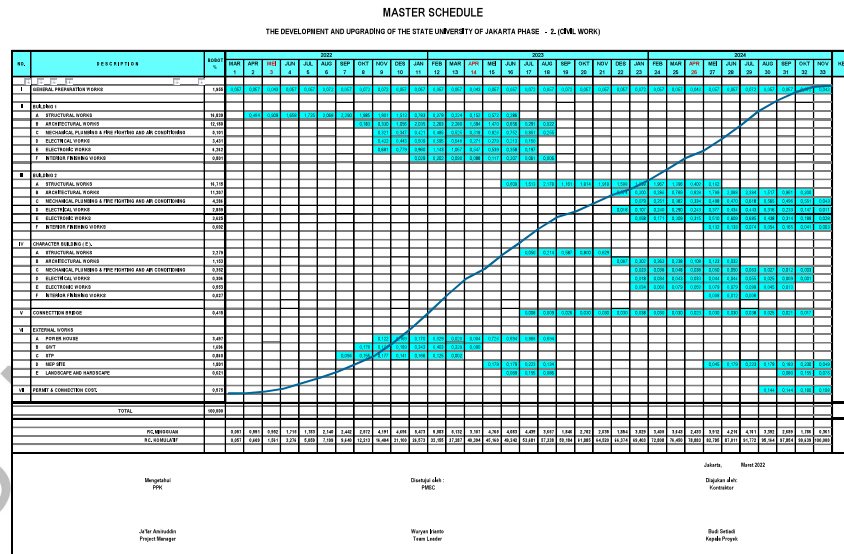
Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta memulai pekerjaan tahap pelaksanaan pada bulan Maret tahun 2022 yang diawali dengan pekerjaan struktur dan direncanakan akan terselesaikan pada November 2024. PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama Tbk, selaku pihak kontraktor selaku PT Deta Decon selaku konsultan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta ini membangun 2 gedung bertingkat dengan struktur beton bertulang dan ditandai dengan *Tower A&B* serta *Tower C&D*.



*Gambar 4. 1* Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta Tower A, B, C, & D *Actual Progress* (Dokumen Proyek, 2023)

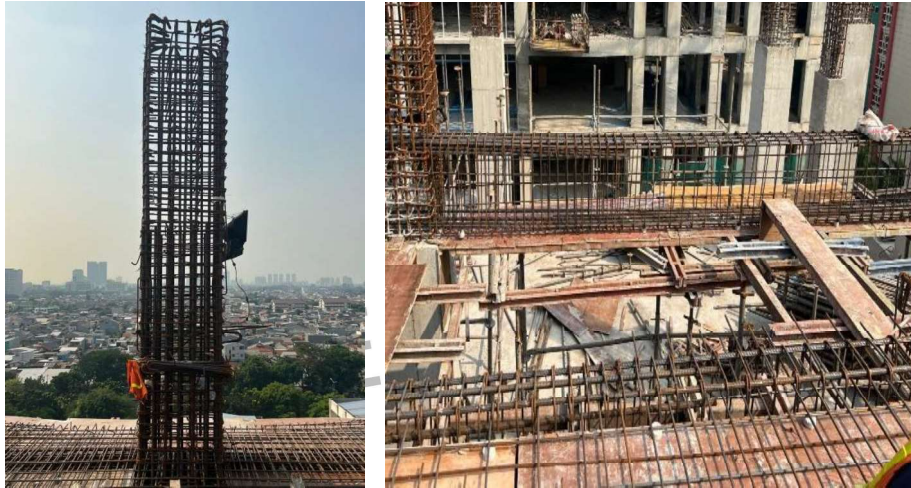
Pada tanggal 31 Mei 2023, Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta telah mencapai  $\pm 90\%$  dalam penyelesaian pekerjaan struktur serta persentase penyelesaian pekerjaan dalam semua lingkup sudah mencapai angka  $\pm 55\%$  sesuai dengan waktu perencanaan yang telah ditetapkan seperti yang dijelaskan Gambar 4.2. Pekerjaan yang sedang berjalan pada *Tower A* dan *B* di antara lain meliputi pekerjaan arsitektur dengan pekerjaan pemasangan dinding hebel dan *facade curtain wall* serta pekerjaan pemasangan MEP yang telah terimplementasi pada lantai 1 hingga lantai 5 *Tower A* dan *B*.

Peneliti melakukan observasi kondisi lapangan proyek dengan maksud mengetahui dan menganalisis objek penelitian yang akan dijadikan studi kasus.



Gambar 4. 2 Perencanaan Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta Phase 2 (Dokumen Proyek, 2022)

PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama Tbk, selaku pihak kontraktor serta PT Deta Decon selaku konsultan struktur telah menyelesaikan pekerjaan struktur pada Tower A, B dan D, sedangkan pekerjaan struktur pada Tower C telah menyentuh lantai 9 pada tanggal 22 Mei 2023. Pelaksanaan *site inspection* berbasis *Augmented Reality* diimplementasikan pada struktur kolom yang berada di lantai 10 serta ring balok pada *roof top*, dikarenakan Tower C pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta masih berada tahap pelaksanaan konstruksi, sesuai dengan maksud dan tujuan implementasi *Augmented Reality* pada tahap *Site Inspection*. Survei kondisi eksisting proyek dilakukan untuk menganalisa struktur kolom, struktur ring balok serta mengetahui waktu pelaksanaan kegiatan inspeksi lapangan pada struktur kolom dan ring balok tersebut.



Gambar 4. 3 Struktur Pembesian Kolom dan Struktur Pembesian Balok Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta Phase 2 Tower C (Dokumentasi Pribadi, 2023)

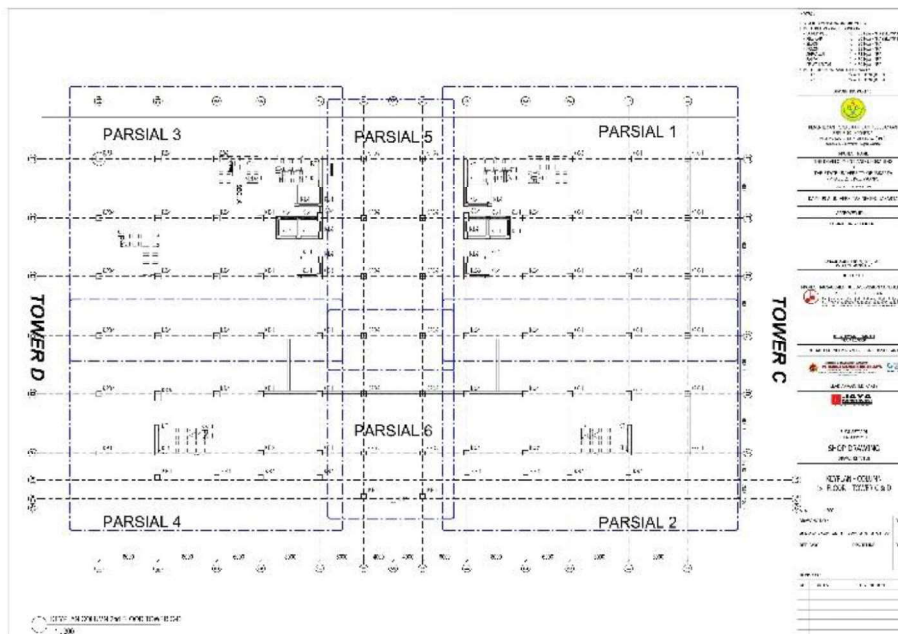
Mengacu pada Gambar 4.3 merupakan pekerjaan struktur kolom serta struktur balok yang akan dilakukan pekerjaan inspeksi lapangan oleh inspektor pada pihak kontraktor dan pihak konsultan. Implementasi *site inspection* berbasis teknologi *Augmented Reality* dilakukan saat pihak inspektor menginspeksi pekerjaan pembesian tulangan baik pada pekerjaan struktur kolom atau struktur balok pada lantai 10 dan *roof top* 11 Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta Tower C.

#### 4.2 Data Penelitian

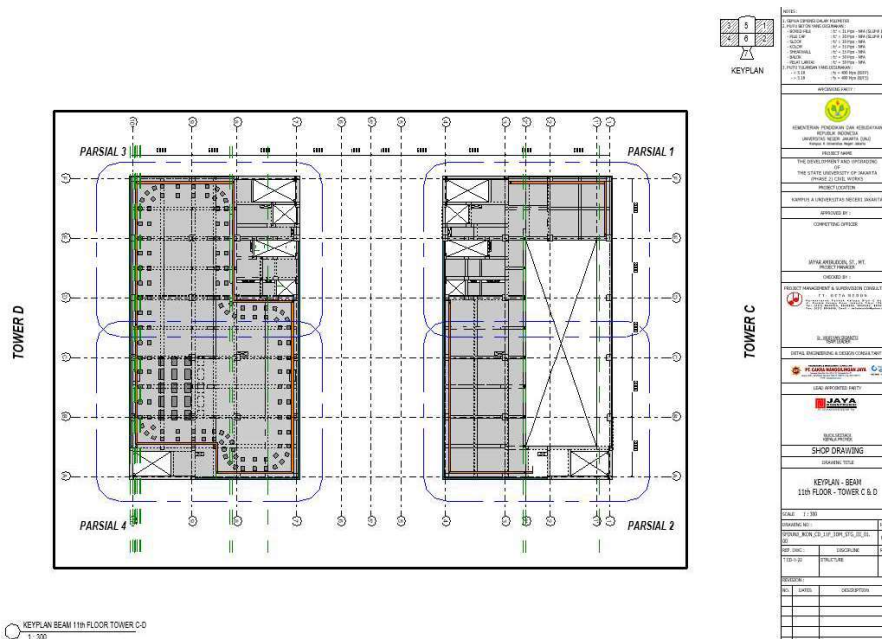
Penelitian ini mengambil studi kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta Tower C, lantai 10 dan *roof top* pada pekerjaan struktur kolom dan struktur balok. Data yang digunakan dalam penelitian merupakan gambar kerja berbentuk *shop drawing for construction* yang akan digunakan pada tahap konstruksi, yang diperoleh dari pihak konstruksi terkait yaitu PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama, Tbk. Selain *shop drawing*, terdapat beberapa data yang berbentuk dokumen sebagai data penelitian yang di antara lain lembar dokumen inspeksi struktur kolom dan struktur balok milik, Rencana Kerja dan Syarat (RKS) serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan (WMS) milik PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama Tbk, pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta.

#### 4.2.1 Shop Drawing For Construction 2 Dimensi Berbasis BIM

Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta yang di pihak kontraktorkan oleh PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama Tbk ini menggunakan perangkat lunak Revit Autodesk sebagai acuan penggunaan gambar kerja. Revit Autodesk yang telah berbasis *Building Information Modeling* ini memberikan fitur yang lebih kompleks dalam metode pelaksanaan gambar kerja serta dapat dikelola secara *interconnection* atau terhubung satu sama lain dengan pengguna yang lain. Pekerjaan desain dan pemodelan gambar kerja menggunakan perangkat lunak Revit Autodesk berbasis *Building Information Modeling* dapat memberikan efisiensi waktu. *Shop drawing* yang digunakan telah diolah dengan BIM dan dapat digunakan pada pekerjaan konstruksi, yang di antara lain adalah *key plan* denah struktur kolom lantai 10 tower C & D pada Gambar 4.4 serta *key plan* denah struktur balok lantai *roof top* 11 tower C & D pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 4 Key plan Struktur Column Lt. 10 Tower C & D (Dokumen Proyek, 2023)



Gambar 4. 5 Key plan Struktur Beam Roof Top 11 Tower C & D (Dokumen Proyek, 2023)

Gambar kerja yang telah ter-export dari Revit Autodesk merupakan gambar kerja digital dengan format PDF yang selanjutnya akan masuk kedalam tahap persetujuan. Gambar kerja yang telah disetujui oleh pihak-pihak terkait, kemudian dijadikan lembaran kerja *shop drawing* berbentuk *hard copy* yang akan digunakan dalam berbagai kegiatan.

#### 4.2.2 Gambar 3 Dimensi Berbasis BIM

Selain dapat mengolah dan menghasilkan gambar kerja 2 dimensi, Revit Autodesk mampu mengolah dan memodelkan bangunan dengan proyeksi 3 dimensi yang telah terkoneksi dengan data-data pada gambar kerja 2 dimensi. Gambar kerja 3 dimensi ini membantu dalam tahap perencanaan agar objek serta komponen material dapat terlihat secara nyata dengan skala yang ditentukan. Revit Autodesk memberikan fitur 3 dimensi dengan kompleks, dikarenakan pada pemodelan 3 dimensi pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta Tower C dan D telah disertakan spesifikasi terkait pembesaran dan pengecoran dalam bentuk volume.



Gambar 4. 6 Pemodelan 3 Dimensi Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta Tower C&D Berbasis BIM (Dokumen Proyek, 2023)

Pemodelan gambar kerja 3 dimensi pada perangkat lunak berbasis BIM, dapat mempermudah alur pekerjaan gambar kerja, dikarenakan perangkat lunak berbasis BIM dapat memberikan fitur *linked* pada suatu objek. Gambar 4.6 memperlihatkan pemodelan desain 3 dimensi Proyek Gedung Universitas Negeri Jakarta Tower C dan D dengan 10 lantai. Pemodelan tersebut telah disertai dengan komponen material serta volume kuantitas dari komponen material yang digunakan.

#### 4.2.3 Lembar Dokumen Inspeksi Struktur Kolom dan Balok

Pada tahap pelaksanaan konstruksi, divisi *Quality Control* melakukan pekerjaan inspeksi pada setiap objek bangunan. Fungsi dari pekerjaan inspeksi ini ialah untuk memastikan bahwa objek tersebut telah memenuhi standar spesifikasi dan standar mutu yang telah ditetapkan oleh pihak-pihak yang terkait pada proyek tersebut. Pada tahap pemeriksaan ini, inspektor memeriksa yang di antara lain adalah spesifikasi besi tulangan baik itu jumlah, jarak, panjang besi, sambungan besi, kelengkapan besi maupun ukuran besi tulangan tersebut. Gambar 4.7 merupakan lembar dokumen inspeksi struktur kolom dan gambar 4.8 merupakan lembar dokumen inspeksi struktur balok yang digunakan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta dari pihak kontraktor.

The image shows two identical inspection checklists for columns. Each form is titled 'CHECK LIST PENGEKORAN KOLON' and includes the following sections:

- Header:** Logos for 'Pemberi Tugas' (Universitas Negeri Jakarta), 'Konsultan MK' (PT. Duta Decca), and 'Kontraktor' (JAYA KONSTRUKSI).
- Project Information:** Project name 'The Development and Upgrading of The Book Library Of Jember Phase 02 (Old House)', location 'Jember', and drawing number 'K-1'.
- Checklist Table:** A table with columns for 'No', 'Check List', 'Selesai', and 'Tahan Selesai'. It is divided into 'BAGIAN I' (1-18 items) and 'BAGIAN II' (19-21 items).
- Signatures:** Spaces for 'Supervisor' and 'Inspector' signatures, with handwritten names 'S.D. MURDI ZOPH' and 'A. HUSNAN' respectively.
- Footer:** A box for 'DIBETULI' (Corrected) and 'DIBETULI DENGAN CATATAN' (Corrected with notes).

Gambar 4. 7 Lembar Dokumen Inspeksi Struktur Kolom (Dokumen Proyek, 2023)

The image shows two identical inspection checklists for beams and slabs. Each form is titled 'CHECK LIST PENGEKORAN BALOK DAN PLAT' and includes the following sections:

- Header:** Logos for 'Pemberi Tugas' (Universitas Negeri Jakarta), 'Konsultan MK' (PT. Duta Decca), and 'Kontraktor' (JAYA KONSTRUKSI).
- Project Information:** Project name 'The Development and Upgrading of The Book Library Of Jember Phase 02 (Old House)', location 'Jember', and drawing number 'K-1'.
- Checklist Table:** A table with columns for 'No', 'Check List', 'Selesai', and 'Tahan Selesai'. It is divided into 'A. Dinding' (1-3 items), 'B. Perencanaan Balok' (1-3 items), 'C. Perencanaan Tulangan' (1-5 items), and 'D. Perawatan' (1-4 items).
- Signatures:** Spaces for 'Supervisor' and 'Inspector' signatures, with handwritten names 'S.D. MURDI ZOPH' and 'A. HUSNAN' respectively.
- Footer:** A box for 'DIBETULI' (Corrected) and 'DIBETULI DENGAN CATATAN' (Corrected with notes).

Gambar 4. 8 Lembar Dokumen Inspeksi Struktur Balok (Dokumen Proyek, 2023)

Lembar dokumen inspeksi ini digunakan sebagai bentuk catatan dan bukti dari setiap objek pekerjaan yang telah diinspeksi atau telah melalui proses pemeriksaan. Suatu objek dapat dikatakan telah sesuai standar spesifikasi bila telah diperiksa dan ditandatangani oleh inspektor, baik dari pihak kontraktor maupun pihak konsultan pada proyek tersebut. Alur pemeriksaan dilakukan

terlebih dahulu oleh pihak kontraktor dengan waktu pemeriksaan yang telah direncanakan. Pihak konsultan akan melakukan pemeriksaan kembali setelah pihak kontraktor guna memastikan objek pada pekerjaan tersebut telah memenuhi standar spesifikasi proyek, setelah ditandatangani oleh pihak kontraktor dan pihak konsultan, maka pekerjaan dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Pelaksanaan pekerjaan inspeksi menggunakan lembar dokumen inspeksi ini masih menggunakan metode konvensional, dimana inspektor memerlukan lembar dokumen inspeksi berbentuk *hard copy* dari setiap pekerjaan yang berbeda.

#### 4.2.4 Dokumen Rencana Kerja dan Syarat (RKS)

Rencana Kerja dan Syarat atau RKS merupakan sebuah dokumen yang disetujui dari pihak pemilik sebelum berjalannya suatu proyek. RKS ini berisikan mengenai nama proyek serta penjelasannya berupa jenis, lokasi dan luas bangunan, tata cara pelaksanaan, fungsi dan kegunaan bangunan, syarat-syarat pekerjaan, syarat mutu pekerjaan dan keterangan-keterangan lain yang hanya dapat dijabarkan dalam bentuk penulisan.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
Jl. Rawamangun Muka, RT. 11/RW. 14,  
Rawamangun, Pulogadung, Kota Jakarta Timur  
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13220

PEKERJAAN  
THE DEVELOPMENT AND UPGRADING OF THE  
STATE UNIVERSITY OF JAKARTA (PHASE 2)

Lokasi  
Jl. Rawamangun Muka, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13220



**RENCANA KERJA & SYARAT**  
(TECHNICAL SPECIFICATION)

KONSULTAN PERENCANA KONSTRUKSI



ENGINEERING & MANAGEMENT CONSULTANT  
PT. CAHAYA MANGOLINGGAN JAYA  
Komplek FATMAWATI MAS Blok. II No.226  
Jl. H.C. Ramoelan No. 20, Jakarta Selatan 12430  
Telp. (021) 75091975, 75091976 - Fax. (021) 75091977



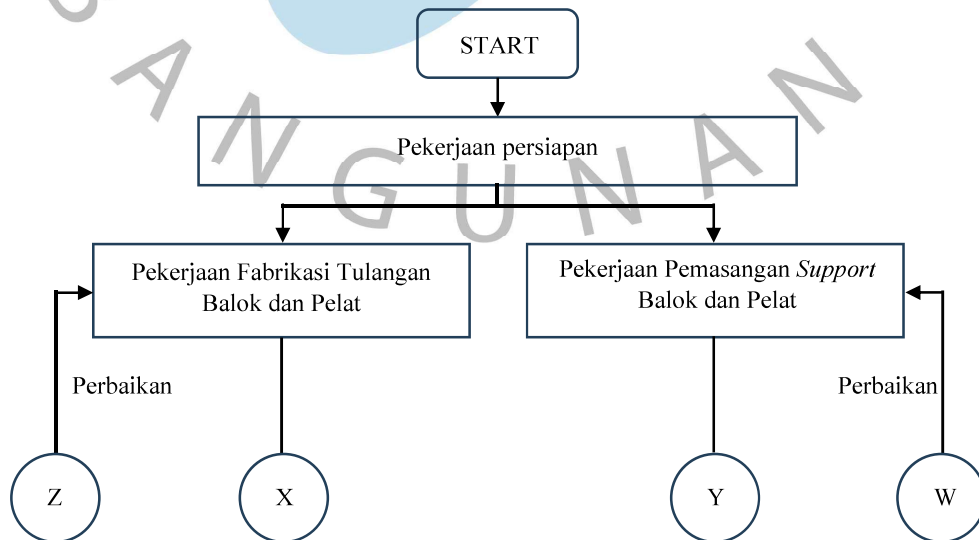
Gambar 4. 9 Rencana Kerja dan Syarat Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta *Phase 2* (Dokumen proyek, 2023)

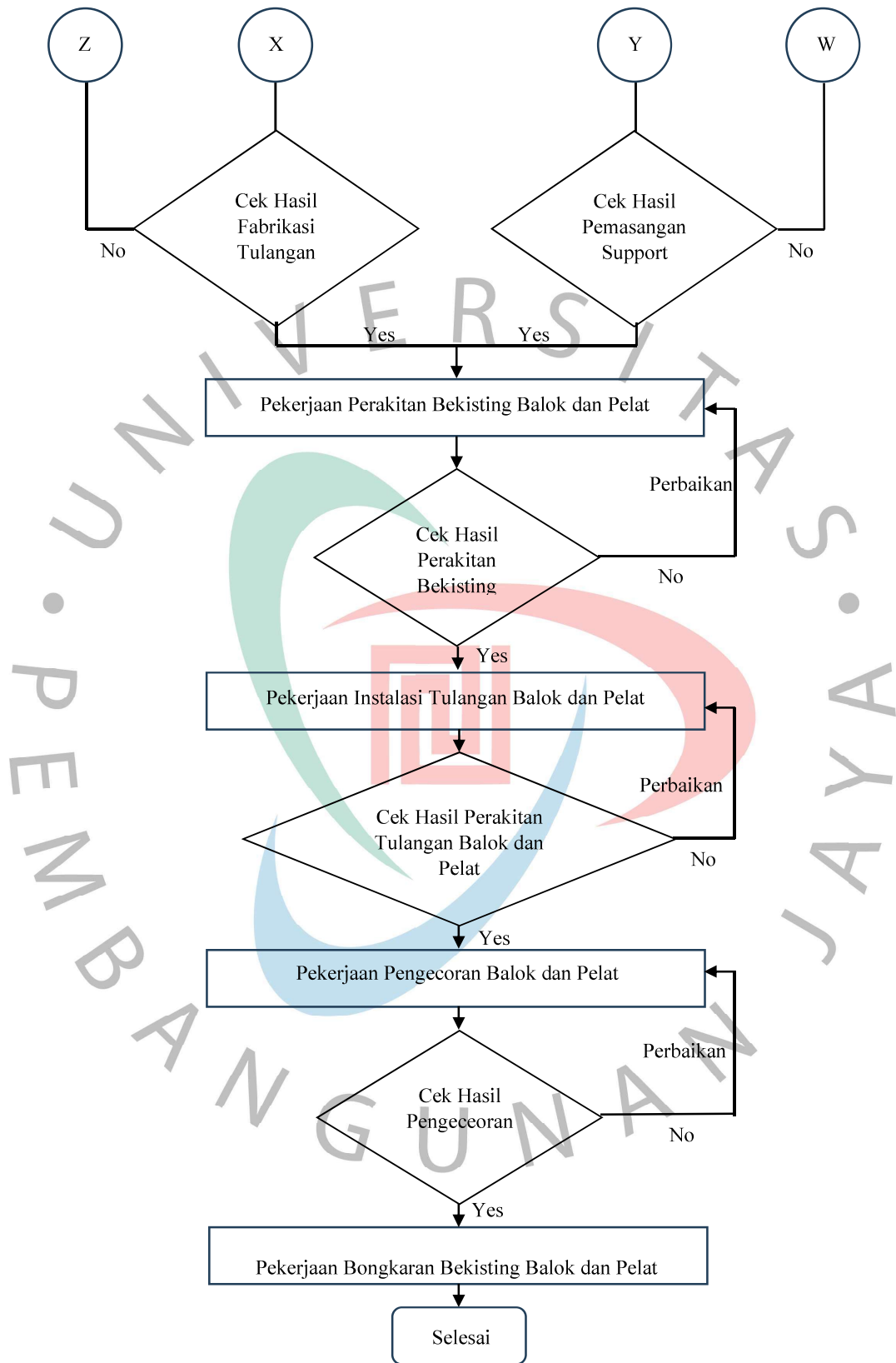


Gambar 4.9 merupakan halaman pembuka pada Rencana Kerja dan Syarat (RKS) pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta yang telah disetujui oleh pihak pemilik. RKS tersebut merupakan dokumen yang dijadikan standar mutu pelaksanaan konstruksi mulai dari awal pekerjaan hingga akhir pekerjaan. Seluruh pihak yang terikat pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta wajib mengikuti peraturan dan prosedur yang tertera pada RKS yang telah direncanakan dan ditetapkan. Pada penelitian ini, RKS dijadikan sebagai penyajian data dalam mengkaji pertanyaan pada sesi wawancara dengan maksud serta tujuan untuk mengukur tingkat efektivitas teknologi berbasis *Augmented Reality* yang akan dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta.

#### 4.2.5 Dokumen Metode Pelaksanaan Pekerjaan (WMS)

Metode Pelaksanaan Pekerjaan atau WMS adalah suatu dokumen yang menjelaskan mengenai sistematis pekerjaan suatu objek yang harus dilakukan di suatu lingkup pekerjaan proyek tersebut. WMS ini berisi tentang *flowchart* atau alur pekerjaan yang baik dan telah disepakati oleh pihak pemilik, konsultan dan kontraktor. Urutan pekerjaan dijelaskan dengan detail dengan animasi pelaksanaan pekerjaan yang dapat memudahkan pekerja untuk memahami pelaksanaan pekerjaan yang akan dilakukan. Seperti halnya dengan RKS, WMS ini memiliki langkah-langkah pekerjaan yang wajib diikuti dari seluruh pihak yang terkait dengan tujuan proyek konstruksi dapat berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan.





Gambar 4. 10 Flow Chart Pekerjaan Struktur Balok (Dokumen Proyek, 2023)

Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.10, Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta memiliki standar alur pekerjaan yang telah ditetapkan yang tertera pada dokumen metode pelaksanaan pekerjaan struktur kolom dan balok, dimulai dari pekerjaan persiapan, pekerjaan berkaitan bekisting kolom, pekerjaan instalasi tulangan pembesian kolom dan balok hingga pekerjaan pengecoran. Dokumen ini dijadikan sebagai acuan standar pekerjaan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta Phase 2 terhadap objek konstruksi yang akan dikerjakan. Peneliti melakukan pengkajian terhadap WMS untuk dijadikan data-data pertanyaan pada sesi wawancara.

### **4.3 Analisis dan Pengolahan Data**

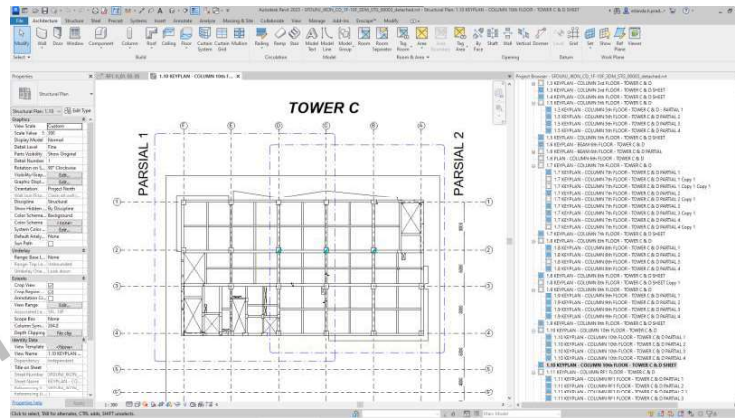
#### **4.3.1 Analisis Data**

##### **4.3.1.1 Analisis Data Struktur Kolom Berbasis BIM**

Analisis data struktur kolom berbasis BIM menggunakan aplikasi Revit Autodesk ini memiliki tujuan untuk menentukan lokasi serta detail kolom yang akan dijadikan sebagai objek analisis. Berikut ini adalah langkah-langkah menentukan lokasi struktur kolom menggunakan perangkat lunak Revit Autodesk:

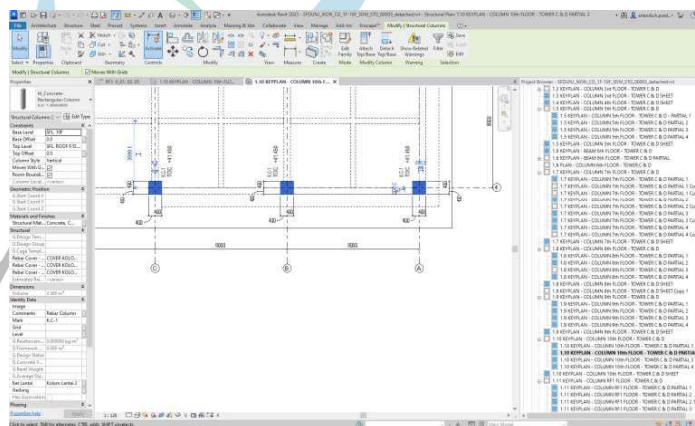
1. Menjalankan perangkat lunak Revit Autodesk sesuai dokumen yang diberikan oleh pihak kontraktor, kemudian membuka dokumen berdisiplin struktur kolom khusus *Tower C & D*.
2. Langkah selanjutnya adalah pemilihan gambar kerja denah struktur kolom. Langkah tersebut dapat diakses pada bagan “*Project Browser – SFDUNJ\_JKON\_CD\_1F-10F\_3DM\_STG.rvt*” pada kanan layar.
3. Kemudian pada bagan *project browser* pilih opsi “*1.10 KEYPLAN – COLUMN 10th FLOOR – TOWER C & D SHEET*”. Bertujuan untuk mengetahui posisi *Tower C*, peletakan parsial serta garis as struktur kolom yang berada pada

Tower C & D lantai 10 sehingga dapat memudahkan pencarian struktur kolom yang akan dilakukan pengolahan data.



Gambar 4. 11 Project Browser 1.10 KEYPLAN – COLUMN 10th FLOOR – TOWER C & D SHEET (Dokumentasi Pribadi, 2023)

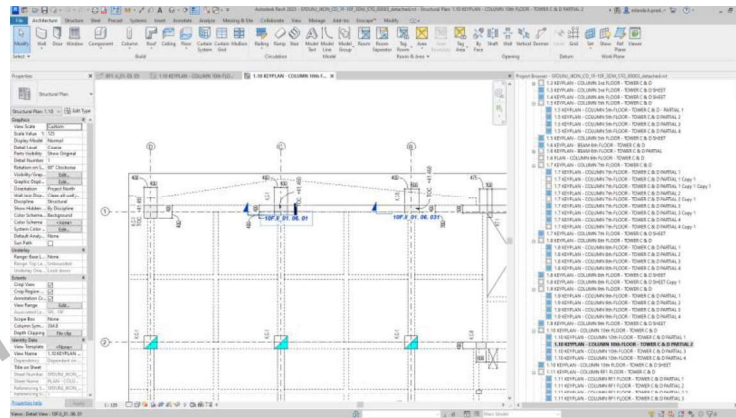
4. Langkah selanjutnya pilih opsi “1.10 KEYPLAN – COLUMN 10th FLOOR – TOWER C & D PARTIAL 2” untuk menentukan struktur kolom yang akan dilakukan sebagai objek penelitian. Pada kali ini, peneliti menggunakan struktur kolom “K.C-1” sebagai objek penelitian yang berada pada garis as 4.A, 4.B, dan 4.C.



Gambar 4. 12 Project Browser 1.10 KEYPLAN – COLUMN 10th FLOOR – TOWER C & D PARTIAL 2 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

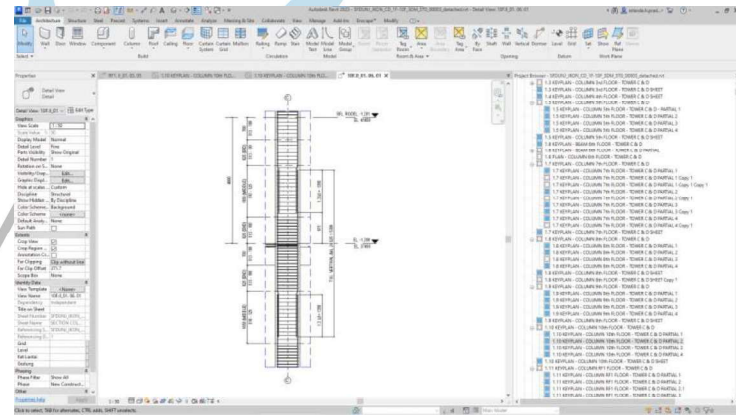
5. Pada pilihan opsi yang sama, terdapat notasi yang dapat menghubungkan menuju gambar kerja potongan untuk K.C-1 dengan nama notasi “10F.II\_01.06.01”. Notasi tersebut berada

pada garis as 1.C pada opsi “1.10 KEYPLAN – COLUMN 10th FLOOR – TOWER C & D PARTIAL 2”.



Gambar 4. 13 Project Browser 1.10 KEYPLAN – COLUMN 10th FLOOR – TOWER C & D PARTIAL 2 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

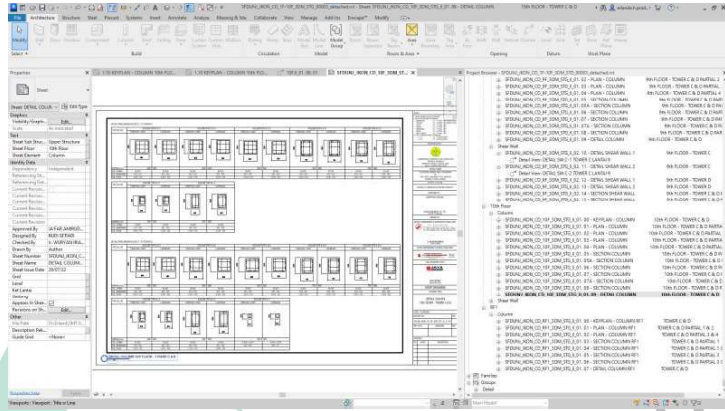
6. Saat notasi “10F.II\_01.06.01” diketuk sebanyak 2 ketukan, maka tampilan Revit Autodesk secara langsung terhubung dan membuka opsi “10F.II\_01.06.01” yang menunjukkan gambar kerja potongan dari K.C-1 tersebut. Gambar kerja potongan menyajikan informasi yang di antara lain jumlah tulangan, panjang tulangan dan sambungan tulangan pada K.C-1 as 1.C Tower C lantai 10.



Gambar 4. 14 Gambar Kerja Shop Drawing Potongan K.C-1 (Dokumentasi Pribadi)

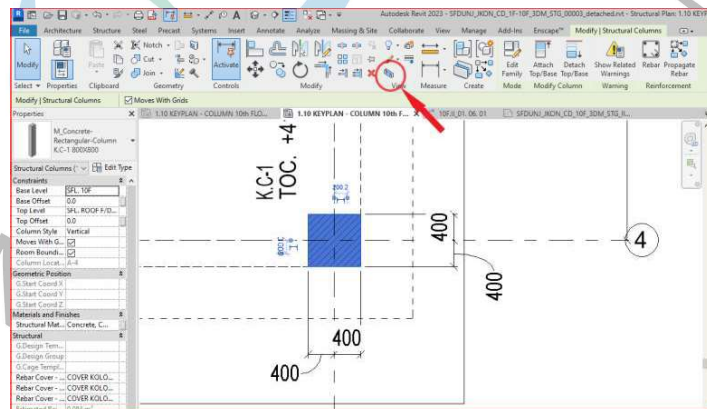
7. Kemudian untuk data pelengkap pada gambar kerja *shop drawing*, terdapat opsi dengan nama “SFDUNJ\_JKON\_CD\_10F\_3DM\_STG\_II\_01.09 – DETAIL

COLUMN 10th FLOOR – TOWER C & D” untuk memperlihatkan seluruh gambar kerja detail struktur kolom yang digunakan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta *Tower C & D*.



Gambar 4. 15 Project Browser SFDUNJ\_JKON\_CD\_10F\_3DM\_STG\_II\_01.09 – DETAIL COLUMN 10th FLOOR – TOWER C & D (Dokumentasi Pribadi, 2023)

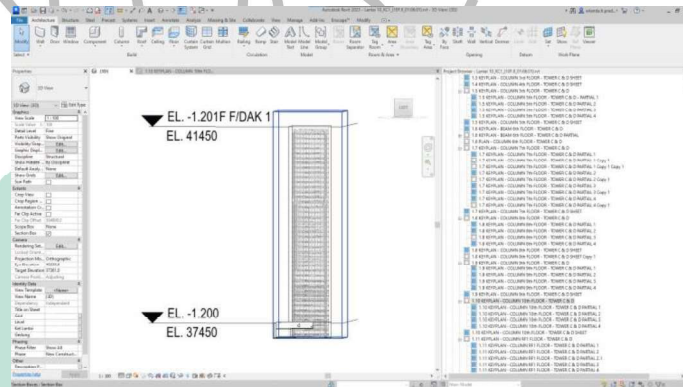
8. Lalu pada tahap 4 saat berada pada opsi “1.10 KEYPLAN – COLUMN 10th FLOOR – TOWER C & D PARTIAL 2” terdapat fitur penampilan objek 3 dimensi. Langkah tersebut dapat dilakukan dengan cara membuka fitur *section box* yang diperlihatkan pada gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Fitur Section Box Revit Autodesk (Dokumentasi Pribadi, 2023)

9. Setelah fitur *section box* diketuk maka tampilan Revit Autodesk akan terhubung pada proyeksi pemodelan 3 dimensi sesuai dengan objek yang dipilih. Pada pemodelan 3 dimensi ini, data

yang berada pada desain tersebut sangat membantu dalam pengolahan data selanjutnya, dikarenakan teknologi berbasis *Augmented Reality* memproyeksikan pemodelan 3 dimensi yang disertakan data dan informasi yang disajikan pada gambar kerja 2 dimensi berbasis BIM. Gambar 4.17 memperlihatkan pemodelan 3 dimensi pada objek struktur kolom K.C-1 garis as 4.A *Tower C* lantai 10.



Gambar 4. 17 Gambar Kerja Pemodelan 3 Dimensi K.C-1 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

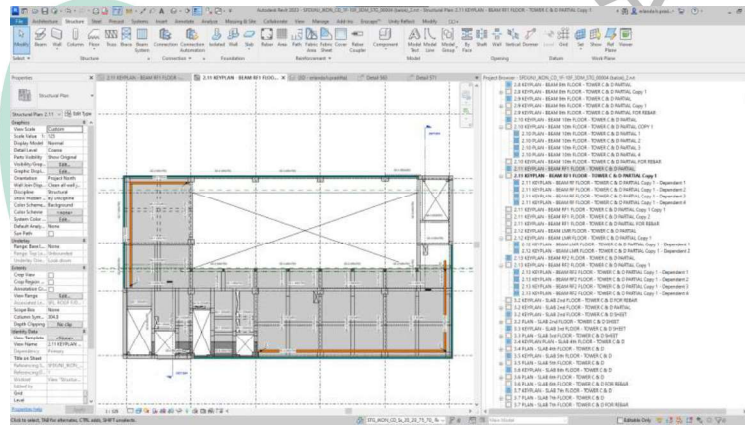
#### 4.3.1.2 Analisis Data Struktur Balok Berbasis BIM

Sama halnya seperti langkah-langkah yang disajikan pada 4.3.1.1 untuk menganalisis pemilihan struktur kolom pada *Tower C*, struktur balok yang akan dianalisis ini menggunakan perangkat lunak Revit Autodesk. Pihak kontraktor pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta yaitu PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama Tbk, menggunakan dokumen yang berbeda atau disiplin yang berbeda pada perangkat lunak Revit Autodesk untuk membuat pemodelan suatu objek. Berikut ini adalah langkah-langkah menentukan lokasi struktur balok menggunakan perangkat lunak Revit Autodesk:

1. Menjalankan perangkat lunak Revit Autodesk sesuai dokumen yang diberikan oleh pihak kontraktor, kemudian membuka dokumen berdisiplin struktur kolom khusus *Tower C & D*.
2. Langkah selanjutnya adalah pemilihan gambar kerja denah struktur kolom. Langkah tersebut dapat diakses pada bagan

“Project Browser – SFDUNJ\_JKON\_CD\_1F-10F\_3DM\_STG.rvt” pada kanan layar.

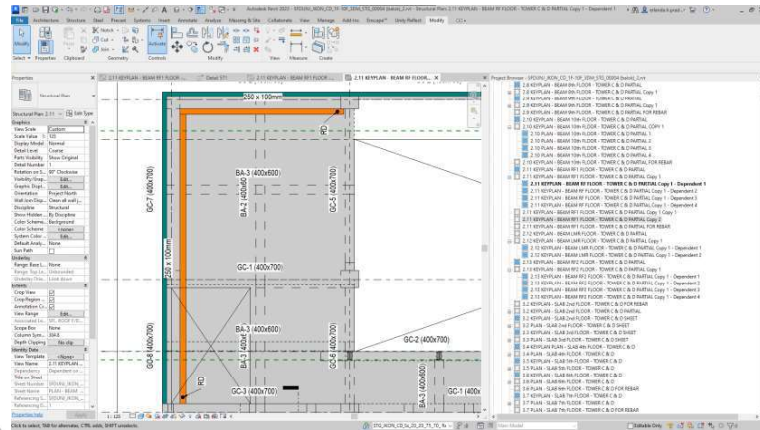
3. Pada sub bab 4.3.1.1 poin 3 sudah menjelaskan mengenai keterangan pembagian parsial Tower C, langkah selanjutnya pada analisa posisi balok dapat memilih opsi “2.11 KEYPLAN – BEAM RF1 FLOOR – TOWER C & D PARTIAL” untuk melakukan analisa tipe balok. Gambar 4.8 memperlihatkan posisi balok serta tipe balok pada Tower C.



Gambar 4. 18 Project Browser 2.11 KEYPLAN – BEAM RF1 FLOOR – TOWER C & D PARTIAL (Dokumentasi Pribadi, 2023)

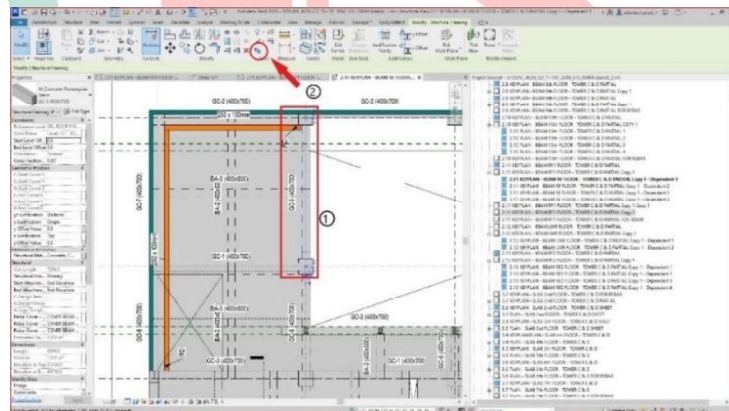
4. Langkah selanjutnya pada opsi *project browser* yang sama, peneliti menentukan struktur balok yang akan dilakukan sebagai objek penelitian. Pada kali ini, peneliti menggunakan struktur balok “BA-2 (400x600) dan BA-3 (400x600) sebagai objek penelitian.





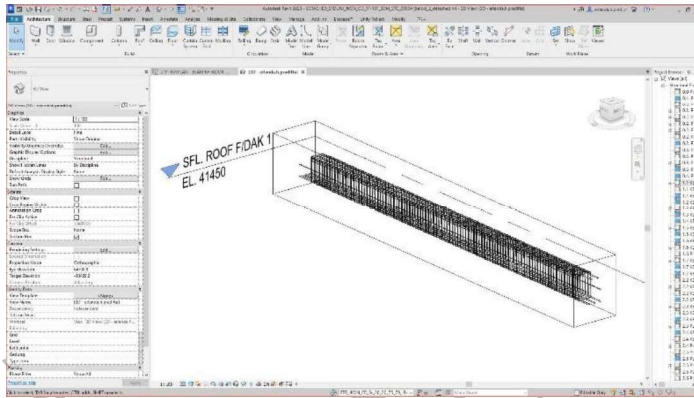
Gambar 4. 19 Penentuan Struktur Balok BA-2 dan BA-3 pada *Roof Top 11 Tower C* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

5. Kemudian pilih tipe struktur balok yang akan dijadikan objek penelitian dengan cara ketuk tipe balok (1) dan pilih fitur *section box* (2) seperti pada Gambar 4.20 untuk menghubungkan tipe struktur balok ke dalam gambar kerja pemodelan 3 dimensi.

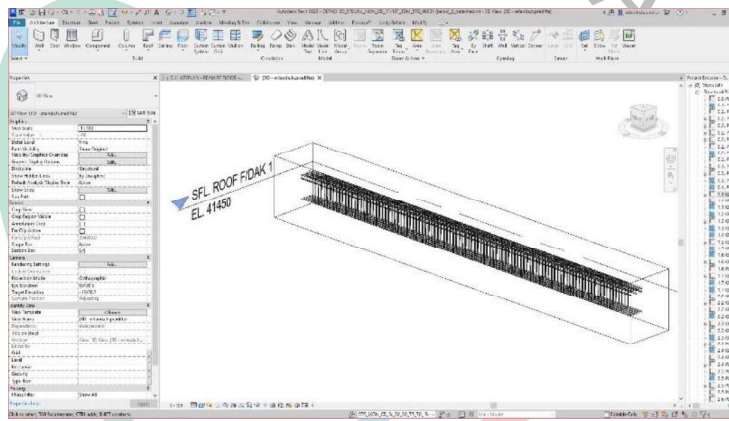


Gambar 4. 20 Fitur *Section Box* Revit Autodesk (Dokumentasi Pribadi, 2023)

6. Setelah terhubung dengan gambar kerja 3 dimensi menggunakan fitur 3 dimensi, dapat dilihat pembesian tulangan yang digunakan pada struktur balok BA-2 *rooftop* pada gambar 4.21 dan pembesian tulangan struktur balok BA-3 *rooftop* pada gambar 4.22.

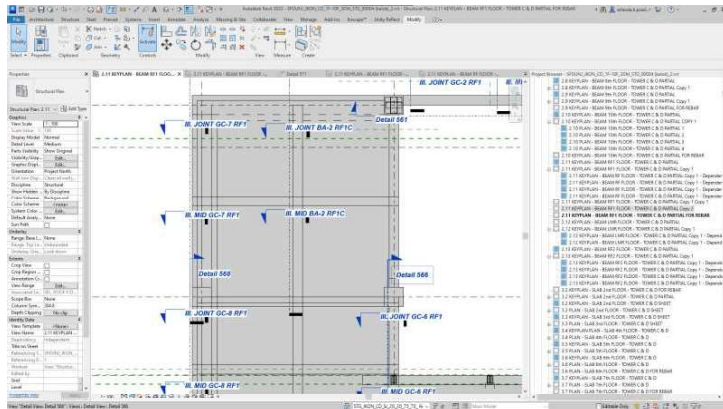


Gambar 4. 21 Pembesian Tulangan Struktur Balok BA-2 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

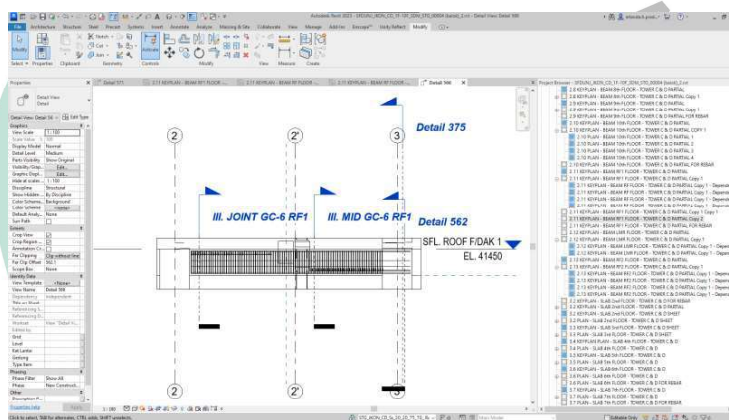


Gambar 4. 22 Pembesian Tulangan Struktur Balok BA-3 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

7. Pada opsi “2.11 KEYPLAN – BEAM RF1 FLOOR – TOWER C & D PARTIAL” terdapat notasi-notasi yang dapat menghubungkan tampilan struktur balok menjadi gambar kerja *section* struktur pembesian balok tersebut seperti pada Gambar 4.23 dan Gambar 4.24.

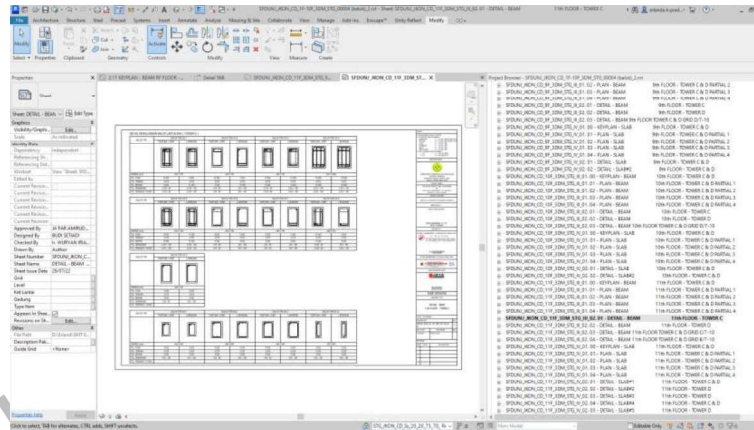


Gambar 4. 23 Notasi Gambar Kerja Section Struktur Balok Roof Top 11 Tower C (Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 4. 24 Gambar Kerja Section Pada Pembesaran Tulangan Struktur Balok (Dokumentasi Pribadi, 2023)

8. Kemudian untuk data pelengkap pada gambar kerja *shop drawing*, terdapat opsi dengan nama “SFDUNJ\_JKON\_CD\_11F\_3DM\_STG\_II\_02.01 – DETAIL BEAM 11th FLOOR – TOWER C” untuk memperlihatkan seluruh gambar kerja detail struktur balok yang digunakan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta Tower C.



Gambar 4. 25 Project Browser

SFDUNJ\_JKON\_CD\_11F\_3DM\_STG\_II\_02.01 – DETAIL BEAM  
11th FLOOR – TOWER C (Dokumentasi Pribadi, 2023)

### 4.3.2 Pengolahan Data

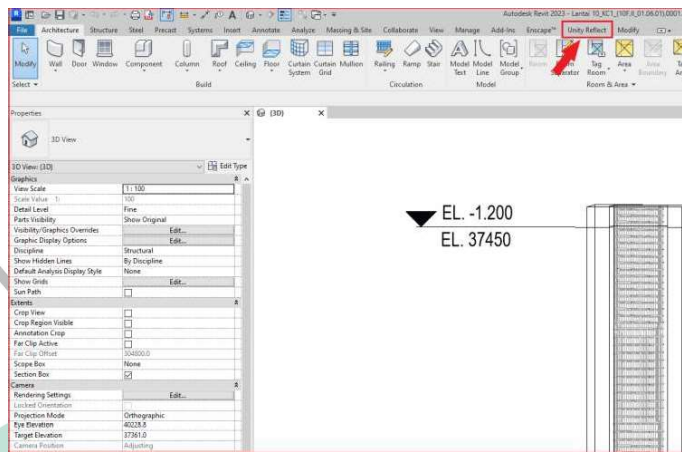
#### 4.3.2.1 Integrasi data BIM – Unity Reflect Struktur Kolom K.C-1

Pengintegrasian data ini dilakukan untuk mensinkronisasi data serta informasi sebuah objek atau material yang diolah pada perangkat lunak Revit Autodesk diterima oleh *frameworks* Unity Reflect. Tingkat akurasi data integrasi harus sempurna dikarenakan pemodelan AR berskala 1:1 pada lokasi penelitian merupakan data dan informasi dari perangkat lunak Revit Autodesk berbasis BIM. Pengintegrasian data ini mensinkronisasi baik pemodelan, data serta material yang digunakan pada model BIM. Pengintegrasian data ini menggunakan perangkat lunak Revit Autodesk dan di sinkronisasikan menggunakan *frameworks* Unity Reflect Review untuk memeriksa pengintegrasian data pada struktur kolom dan struktur balok yang dijadikan objek penelitian.

#### 1. Integrasi Data BIM – Unity Struktur Kolom (K.C-1)

- a. Langkah pertama dalam melakukan pengintegrasian data BIM adalah mengunduh aplikasi Unity Reflect Develop dan menjadikannya *extension* atau *plug in* pada perangkat lunak Revit Autodesk. Kemudian pilih gambar kerja pemodelan 3 dimensi menggunakan fitur *section box* pada struktur kolom

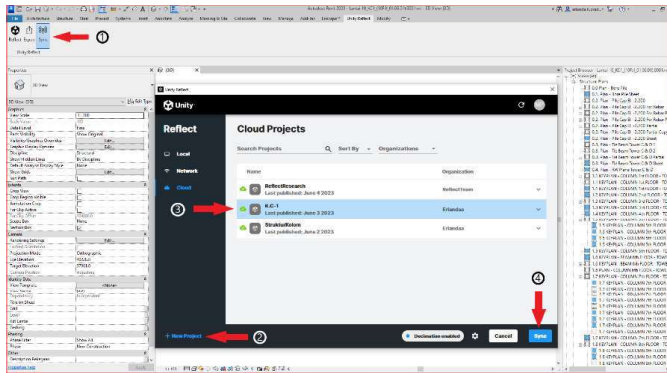
yang dijadikan objek penelitian. Pilih fitur *tool bar* “Unity Reflect” seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.26.



Gambar 4. 26 Extension Unity Reflect Pada Revit Autodesk K.C-1  
(Dokumentasi Pribadi, 2023)

Kemudian langkah selanjutnya melakukan sinkronisasi terhadap pemodelan 3 dimensi berbasis BIM dengan langkah-langkah yang dijelaskan pada Gambar 4.27, dengan penjelasan:

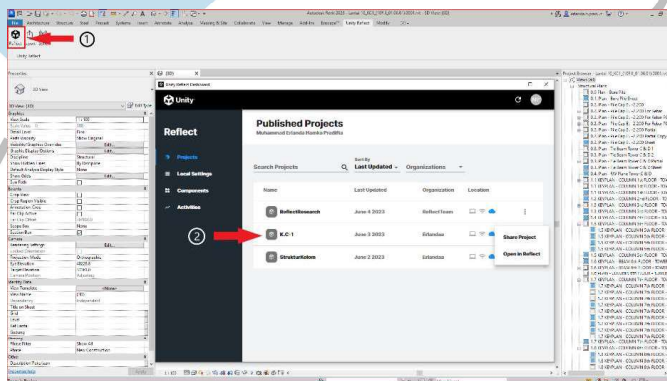
- Langkah 1, melakukan sinkronisasi pemodelan dengan fitur “Sync”.
- Langkah 2, akan terhubung dengan tampilan awal Unity Reflect untuk memulai pengintegrasian data. Tambahkan *frameworks* dengan fitur “+ New Project”.
- Langkah 3, setelah menambahkan proyek pemodelan pada fitur “+ New Project”, berikan nama dokumen *frameworks* tersebut dengan nama struktur kolom yang digunakan sebagai objek penelitian untuk memudahkan pengklasifikasian *frameworks*, yaitu K.C-1.
- Langkah 3, ketuk *frameworks* proyek yang telah dibuat dan ketuk fitur “Sync”.



Gambar 4. 27 Sinkronisasi Desain BIM dengan Extension Unity K.C-1 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

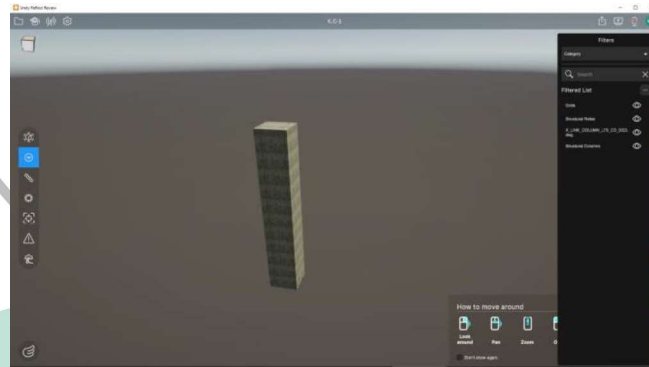
b. Langkah selanjutnya merupakan pengembangan model 3 dimensi pada *frameworks* yang telah dibuat dalam Unity Reflect. Pada pemodelan yang dihasilkan oleh Unity Reflect Review, terdapat data-data yang telah terintegrasi dari pemodelan BIM. Untuk melakukan pengintegrasian pada Unity Reflect Review, Gambar 4.28 langkah-langkah yang perlu dilakukan dengan penjelasan:

- Langkah 1, ketuk fitur *extension* “Reflect” pada sudut kiri atas layar tampilan Revit Autodesk.
- Langkah 2, pilih *frameworks* yang telah dibuat pada poin bagian a, pilih opsi “titik tiga” kemudian pilih fitur “Open in Reflect” pada dokumen K.C-1.



Gambar 4. 28 Pengintegrasian Pemodelan BIM dengan Unity K.C-1 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

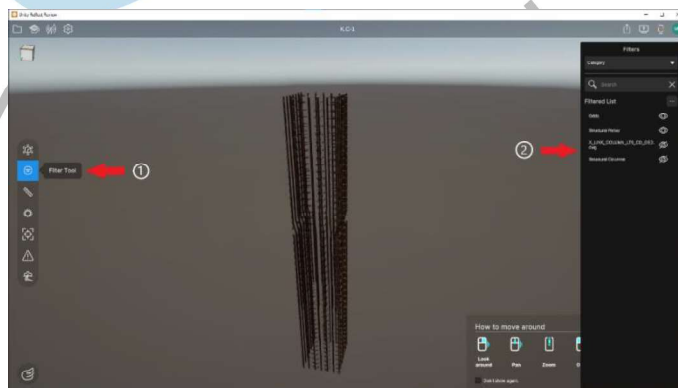
- c. Setelah memilih opsi “*Open in Reflect*”, Gambar 4.29 memperlihatkan tampilan awal pada pemodelan 3 dimensi K.C-1 Unity Reflect Review yang telah terintegrasi dengan BIM.



Gambar 4. 29 Tampilan Pemodelan 3 Dimensi K.C-1 pada Perangkat Lunak Unity Reflect Review (Dokumentasi Pribadi, 2023)

- d. Kemudian untuk mempermudah akses pada objek tulangan, langkah yang perlu dilakukan adalah melakukan penghilangan objek yang tidak dibutuhkan seperti pada Gambar 4.30, dengan penjelasan:

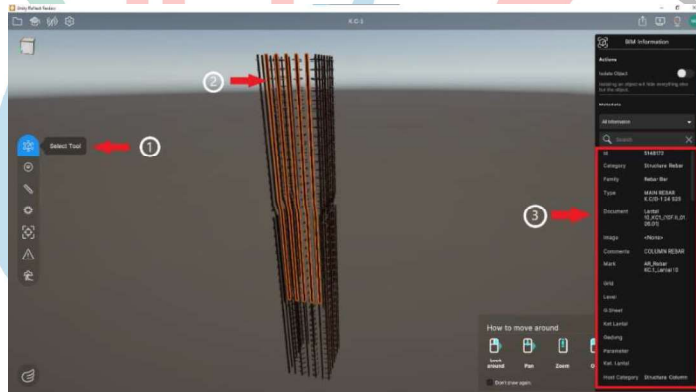
- Langkah 1, pilih opsi fitur “*Filter Tool*” pada kiri layar Unity Reflect Review.
- Langkah 2, ketuk opsi bergambar mata pada pilihan “*Structural Column*” dan “*X \_ LINK \_ COLUMN \_ LT9 \_ CD \_ DED.dwg*” untuk menghilangkan tampilan beton pada struktur kolom.



Gambar 4. 30 Pemodelan Struktur Pembesian Tulangan Kolom K.C-1 Pada Perangkat Lunak Unity Reflect Review (Dokumentasi Pribadi, 2023)

e. Mengacu pada Gambar 4.31, langkah ini merupakan pemastian data dan informasi yang tertera pada Unity Reflect Review telah sesuai dengan data yang ada pada pemodelan BIM. Langkah-langkah tersebut dapat dilakukan dengan penjelasan:

- Langkah 1, pilih opsi fitur “Select Tool” pada kiri layar Unity Reflect Review.
- Langkah 2, pilih objek besi dengan cara menyetuk sebanyak 1x. Saat objek yang diketuk telah berubah warna menjadi oranye, maka objek yang dipilih telah terdeteksi.
- Langkah 3, terdapat data dan informasi yang dihasilkan oleh objek yang dipilih pada kanan layar Unity Reflect Review. Data dan informasi yang tertera perlu dilakukan pemastian dengan pemodelan BIM.

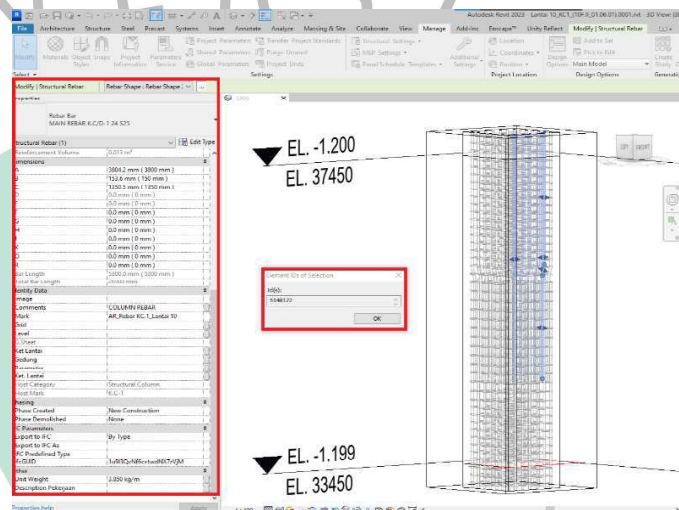


Gambar 4. 31 Integrasi Keselarasan Data dan Informasi K.C-1 pada Perangkat Lunak Unity Reflect Review (Dokumentasi Pribadi, 2023)

f. Langkah selanjutnya merupakan penyesuaian akurasi integrasi data antara Unity Reflect Review dengan BIM. Pada bagian ini, data dan informasi adalah bagian pembesian utama pada K.C-1, sehingga perlu adanya pemeriksaan data dan informasi yang antara lain:



- Id : 5148172
- Category : Structural Rebar
- Host Category : Structural Column
- Host Mark : K.C-1
- Type : MAIN REBAR K.C/D-1 24 S25
- Comments : COLUMN REBAR
- Mark : AR\_Rebar KC.1\_Lantai 10



Gambar 4. 32 Integrasi Keselarasan Data dan Informasi Pada Perangkat Lunak Revit Autodesk K.C-1 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

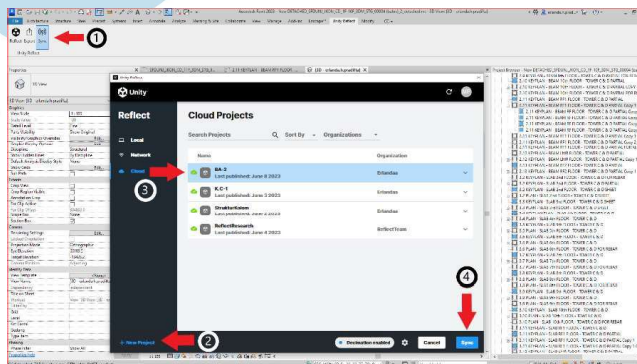
Setelah data dan informasi telah terintegrasi dengan akurat, lakukan kembali dengan langkah-langkah yang sama pada pembesian tulang utama pada sisi yang berbeda. Kemudian lakukan Kembali pemeriksaan data dan informasi terhadap objek pembesian atau *model type* yang berbeda, yaitu STIRRUP K.C/D-1 S13-100, STIRRUP K.C/D-1 S10-125, HOOK K.C/D-1 S13-100 serta HOOK K.C/D-1 S10-125.

## 2. Integrasi Data BIM – Unity Reflect Struktur Balok BA-2 dan BA-3

- a. Sama seperti pengintegrasian data pada struktur kolom K.C-1, langkah awal pada tahap ini ialah mengunduh aplikasi Unity Reflect Develop dan menjadikannya *extension* atau

*plug in* pada perangkat lunak Revit Autodesk. Hubungkan struktur balok BA-2 pada lantai *rooftop* menjadi pemodelan 3 dimensi menggunakan fitur *section box*. Pilih fitur *tool bar* “Unity Reflect” seperti yang dijelaskan pada langkah pertama pengintegrasian struktur kolom K.C-1. Kemudian lakukan sinkronisasi pada pemodelan 3 dimensi berbasis BIM dengan langkah-langkah yang dijelaskan pada Gambar 4.33, dengan penjelasan:

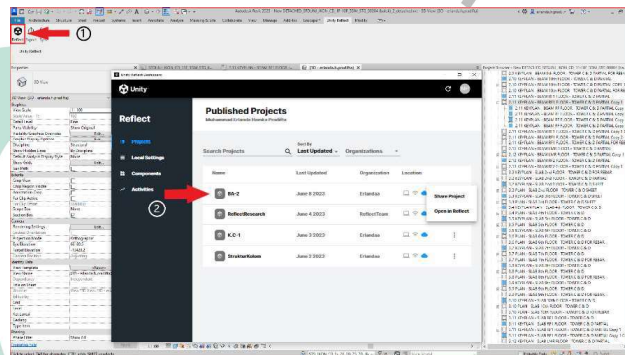
- Langkah 1, melakukan sinkronisasi pemodelan dengan fitur “Sync”.
- Langkah 2, akan terhubung dengan tampilan awal Unity Reflect untuk memulai pengintegrasian data. Tambahkan *frameworks* dengan fitur “+ New Project”.
- Langkah 3, setelah menambahkan proyek pemodelan pada fitur “+ New Project”, berikan nama dokumen *frameworks* tersebut dengan nama struktur kolom yang digunakan sebagai objek penelitian untuk memudahkan pengklasifikasian *frameworks*, yaitu BA-2.
- Langkah 3, ketuk *frameworks* proyek yang telah dibuat dan ketuk fitur “Sync”.



Gambar 4. 33 Sinkronisasi Desain BIM dengan *Extension Unity BA-2*  
(Dokumentasi Pribadi, 2023)

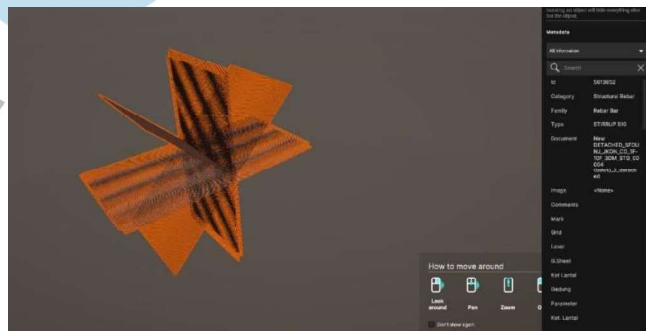
b. Langkah selanjutnya merupakan pengembangan model 3 dimensi pada *frameworks* yang telah dibuat dalam Unity Reflect. Gambar 4.34 langkah-langkah yang perlu dilakukan dengan penjelasan:

- Langkah 1, ketuk fitur *extension* “Reflect” pada sudut kiri atas layar tampilan Revit Autodesk.
- Langkah 2, pilih *frameworks* yang telah dibuat pada poin bagian a, pilih opsi “titik tiga” kemudian pilih fitur “*Open in Reflect*” pada dokumen BA-2.



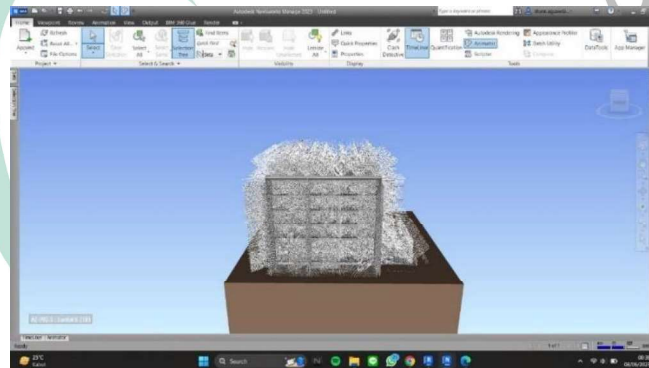
Gambar 4. 34 Pengintegrasian Pemodelan BIM dengan Unity BA-2  
(Dokumentasi Pribadi, 2023)

c. Setelah memilih opsi “*Open in Reflect*”, Gambar 4.35 memperlihatkan tampilan awal pada pemodelan 3 dimensi BA-2 Unity Reflect Review yang telah terintegrasi dengan BIM.



Gambar 4. 35 Bug Pada Pengintegrasian Data dengan Perangkat Lunak Unity (Dokumentasi Pribadi, 2023)

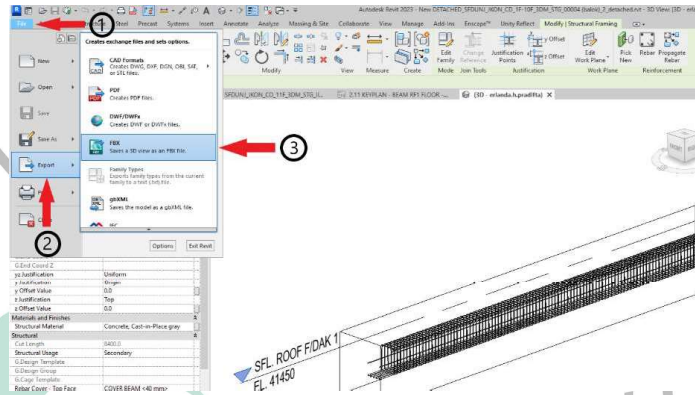
Pada saat pengintegrasian data dan pemodelan struktur balok BA-2 dalam Unity Reflect Review, telah didapati sebuah *bug* atau kesalahan data pada sistem sehingga terjadi kesalahan pemodelan objek pembesian tulangan. Kesalahan *export* pada pengintegrasian data ini kerap dialami oleh Revit Autodesk, dikarenakan bukan hanya Unity Reflect Review saja yang mengalami *bug* ini. Perangkat lunak Navisworks Manage yang dimiliki Autodesk merupakan pemodelan 4 dimensi berbasis BIM kerap menemui *bug* saat mengintegrasikan data dari Revit Autodesk. Mengacu pada Gambar 4.36, diperlihatkan *bug* pada pembesian tulangan Navisworks Manage.



Gambar 4. 36 Bug Pada Pengintegrasian Data dengan Perangkat Lunak Navisworks Manage (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Kesalahan sistem dalam pengintegrasian data Revit Autodesk ini merupakan bentuk tidak stabilnya data yang diunggah dan diproses pada perangkat lunak lainnya. Kesalahan data atau *bug* ini dapat terselesaikan pada saat Revit Autodesk telah memperbaharui sistem penggunaannya. Solusi pada *bug* dalam penelitian ini, pengintegrasian data Revit Autodesk dalam pemodelan 3 dimensi dengan cara melakukan *export* data Revit Autodesk dengan format “FBX”. Gambar 4.37 merupakan langkah-langkah *export* data dengan format “FBX.”, dengan penjelasan :

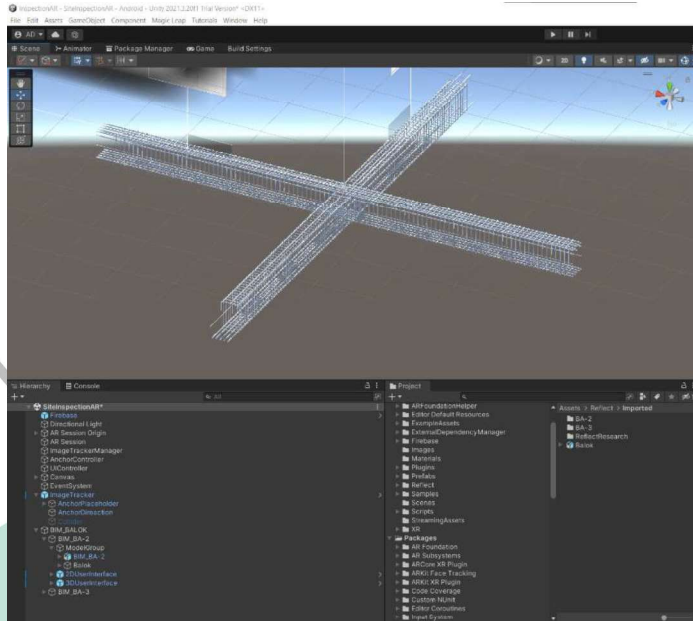
- Langkah 1, pilih opsi “File” pada bagian “Tool Bar” Revit Autodesk.
- Langkah 2, pilih opsi “Export”.
- Langkah 3, pilih opsi *export* dengan format “FBX”.



Gambar 4. 37 Ekspor Data Format FBX pada Perangkat Lunak Revit Autodesk (Dokumentasi Pribadi, 2023)

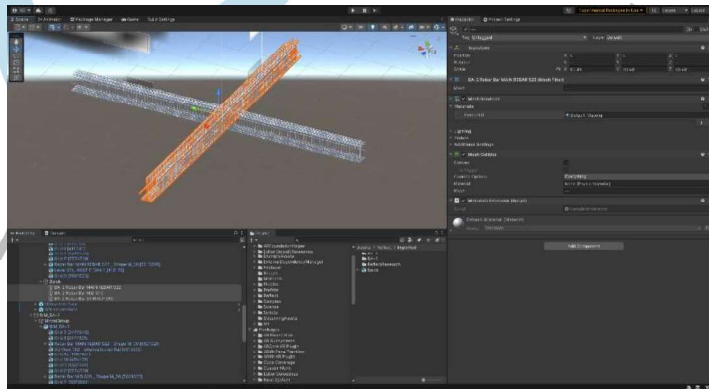
d. Setelah melakukan *export file* dengan format FBX pada Revit Autodesk, pengintegrasian dilakukan pada perangkat lunak Unity untuk melakukan pemeriksaan data dan informasi dari suatu material atau objek yang telah terintegrasi. Untuk mengintegrasikan pemodelan 3 dimensi berbasis BIM kedalam perangkat lunak Unity, terdapat beberapa langkah-langkah seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.38, dengan penjelasan:

- Langkah 1, pilih opsi pada *tool bar* “window” yang terletak pada atas layar perangkat lunak Unity dan pilih opsi “Import” untuk mengunggah dokumen format FBX yang telah di proses pada perangkat lunak Revit Autodesk.
- Langkah 2, pastikan dokumen telah terimpor dengan baik dan keseluruhan. Jika dokumen telah terimpor, dapat dilihat dan dipastikan kembali pada pilihan opsi “Assets > Reflect > Imported”.

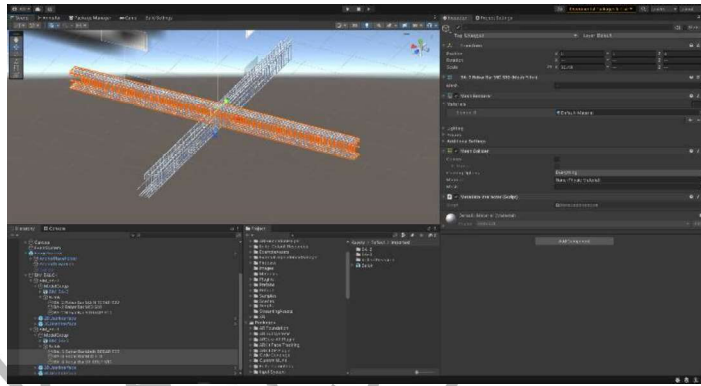


Gambar 4. 38 Tampilan Pemodelan 3 Dimensi BA-2 dan BA-3 pada Perangkat Lunak (Dokumentasi Pribadi, 2023)

- e. Setelah dokumen format FBX yang dikeluarkan oleh perangkat lunak Revit Autodesk telah terimpor pada perangkat lunak Unity, selanjutnya pastikan objek pemodelan struktur pembesian balok BA-2 dan struktur pembesian balok BA-3 telah terintegrasi dengan baik seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.39 dan Gambar 4.40.

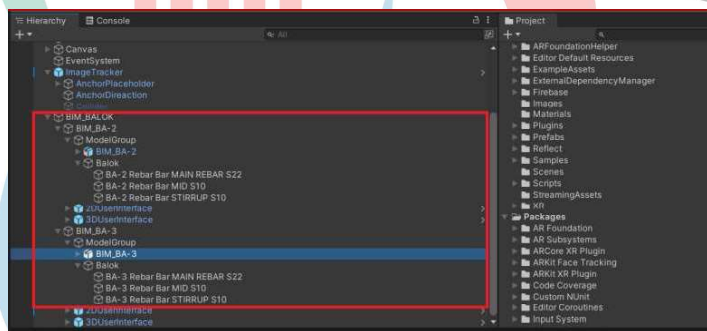


Gambar 4. 39 Pemodelan Struktur Pembesian Tulangan BA-2 Pada Perangkat Lunak Unity (Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 4. 40 Pemodelan Struktur Pembesian Tulangan BA-2 Pada Perangkat Lunak Unity (Dokumentasi Pribadi, 2023)

- f. Jika objek pemodelan 3 dimensi telah terintegrasi secara menyeluruh, selanjutnya adalah pemeriksaan integrasi pada data serta informasi BIM terhadap objek yang diintegrasikan. Mengacu pada Gambar 4.41 data dan informasi objek dapat dilihat pada opsi “*Hierarchy*” yang disajikan pada bawah kiri layar perangkat lunak Unity.



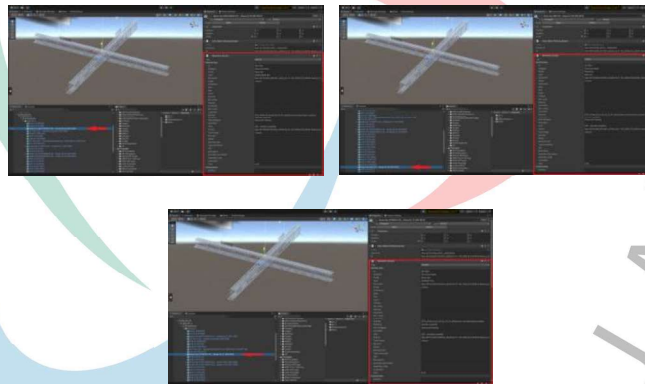
Gambar 4. 41 Integrasi Keselarasan Data dan Informasi BA-2 dan BA-3 pada Perangkat Lunak Unity Reflect Review (Dokumentasi Pribadi, 2023)

- g. Berdasarkan Gambar 4.41, dapat dilihat penjelasan mengenai data dan informasi material struktur pembesian yang digunakan pada struktur pembesian balok BA-2 serta struktur pembesian balok BA-3. Pada opsi pembesian tersebut, dapat dilakukan pemeriksaan kembali untuk memastikan data serta informasi pada perangkat lunak telah sesuai dengan *identify data* yang dihasilkan oleh BIM dengan cara mengetuk satu

kali pada opsi pembesian yang disajikan. Terdapat pilihan opsi pembesian yang di antara lain:

- BA-2 Rebar Bar MAIN REBAR S22
- BA-2 Rebar Bar MID S10
- BA-2 Rebar Bar STIRRUP S10
- BA-3 Rebar Bar MAIN REBAR S22
- BA-3 Rebar Bar MID S10
- BA-3 Rebar Bar STIRRUP S10

Mengacu pada 4.42 dapat dilihat data dan informasi yang diberikan pada BA-2 Rebar Bar MAIN REBAR S22, BA-2 Rebar Bar MID S10 serta BA-2 Rebar Bar STIRRUP S10. Setelah melakukan pemeriksaan pada struktur pembesian BA-2, perlu dilakukannya kembali pada struktur pembesian BA-3 dengan cara yang sama.

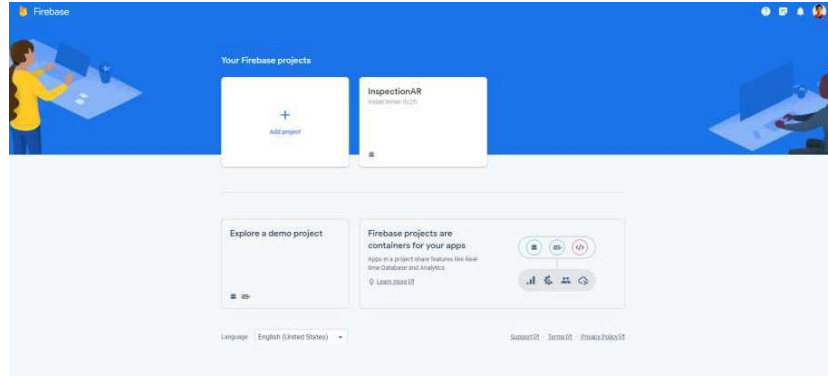


Gambar 4. 42 Integrasi Keselarasan Data Objek Pembesian BA-2 dan BA-3 pada Perangkat Lunak Unity (Dokumentasi Pribadi, 2023)

#### 4.3.2.2 Integrasi Data Lembar Dokumen Inspeksi Digital

Pengintegrasian data pada dokumen inspeksi ini dilakukan dengan cara menginput data yang ada sesuai dengan standar lembar dokumen inspeksi yang digunakan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta kedalam *frameworks* Firebase Console. Firebase Console ini merupakan suatu dokumen penyimpanan data secara digital yang dapat diintegrasikan pada unity reflect dengan Bahasa pemrograman.





Gambar 4. 43 Halaman Awal Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 4.43 memperlihatkan tampilan interface pada *website* Firebase Console. Selain dapat mengintegrasikan data dan informasi secara digital dengan Bahasa pemrograman, fitur *analytics* yang terdapat pada Firebase Console ini mempermudah penggunaannya untuk melakukan pengiriman dan pengunggahan data atau dokumen yang sudah dikoreksi pada suatu pekerjaan. Dalam pengolahan data ini, Firebase Console digunakan sebagai *database* untuk lembar dokumen inspeksi pada struktur kolom dan struktur balok yang akan diintegrasikan pada Unity Reflect serta menjadi penyimpanan data yang digunakan saat dokumen digital inspeksi telah digunakan. Hasil inspeksi dan *report* akan diunggah dan tersimpan pada Firebase Console.

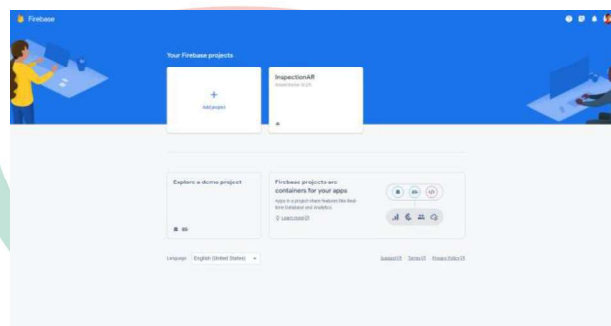
### 1. Input Data Dokumen Inspeksi Struktur Kolom K.C-1 Ke Dalam Firebase Console

- a. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuka tautan pada *browser* internet untuk mengakses Firebase Console. Gambar 4.44 menampilkan *interface* laman Firebase Console.



Gambar 4. 44 Interface Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

- b. Ketuk opsi “+Add Project” sebagai langkah awal pekerjaan pengintegrasian data. *Add Project* ini akan berisikan data-data yang dibutuhkan dan pengklasifikasian objek yang akan diintegrasikan sesuai dengan lembar dokumen inspeksi struktur kolom.



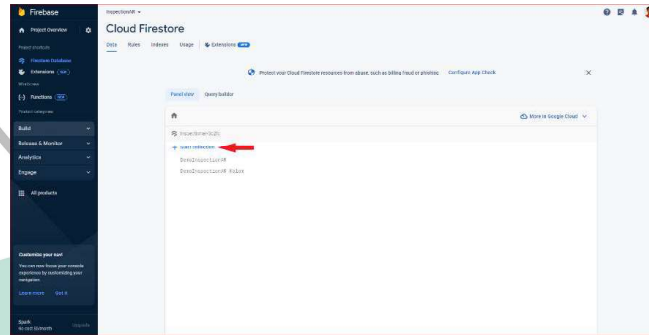
Gambar 4. 45 Opsi *Add Project* Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

- c. Ketuk opsi “*Firestore Database*” untuk menginput data-data pada lembar dokumen inspeksi struktur kolom.



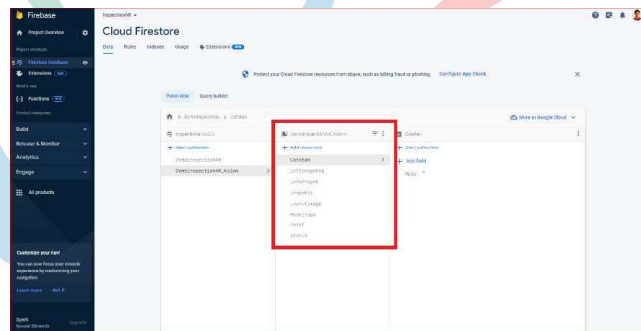
Gambar 4. 46 Opsi *Input Database* pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

- d. Lakukan penambahan dokumen pekerjaan pada opsi “*Start Collection*” sebagai dokumen utama yang berisikan data-data pada lembar dokumen inspeksi struktur kolom. Selanjutnya tambahkan dokumen untuk *database* struktur kolom dengan dokumen Bernama “*DemoInspectionAR\_Kolom*”.



Gambar 4. 47 Opsi *Start Collection* Kolom pada Firebase Console  
(Dokumentasi Pribadi, 2023)

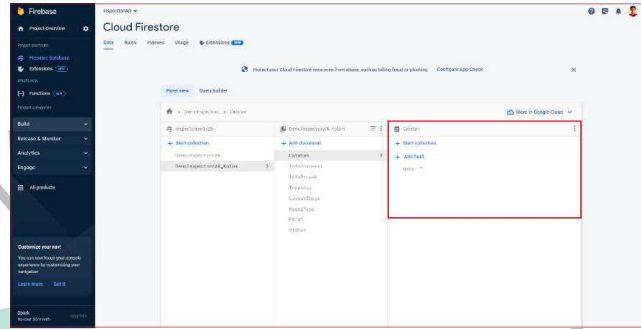
- e. Kemudian input data-data secara bertahap pada lembar dokumen inspeksi struktur kolom dengan bahasa pemrograman. Gambar 4.48 menampilkan substansi yang tertera pada lembar dokumen inspeksi struktur kolom.



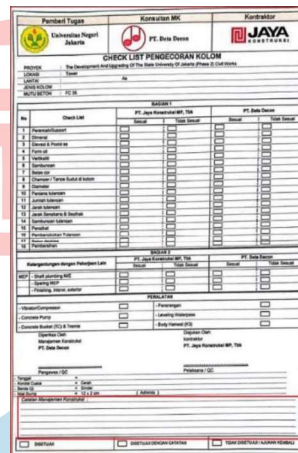
Gambar 4. 48 Substansi *Checklist* Pekerjaan Inspeksi Kolom  
(Dokumentasi Pribadi, 2023)

- f. Gambar 4.9 menampilkan sub bab “*Catatan*” terdapat “*field*” yang berisikan keterangan “*Note:*” pada *data base*. Bertujuan untuk diintegrasikan pada program *Augmented Reality* dengan fungsi mengisi catatan yang dibutuhkan dan diperlukan pada lembar dokumen inspeksi digital saat pelaksanaan inspeksi objek struktur kolom di lokasi

penelitian. Sub bab bagian “Catatan” ini selaras pada lembar dokumen inspeksi yang digunakan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta yang dijelaskan pada Gambar 4.49 dan Gambar 4.50.

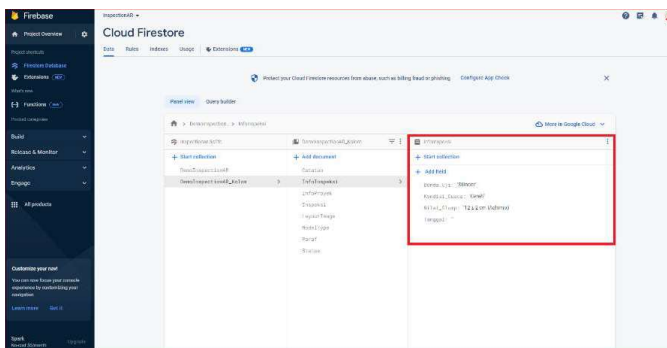


Gambar 4. 49 Sub Bab Inspeksi Kolom Bagian Catatan pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

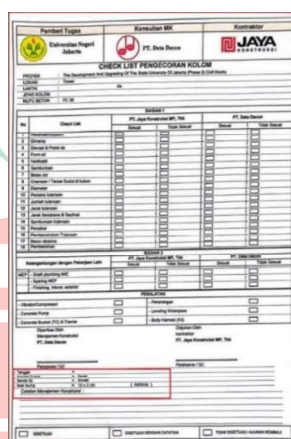


Gambar 4. 50 Sub Bab Inspeksi Kolom Bagian Catatan pada Lembar Dokumen Inspeksi Eksisting (Dokumentasi Pribadi, 2023)

g. Gambar 4.51 dan Gambar 4.52 menjelaskan sub bab “Info Inspeksi” yang berisikan data-data di antara lain benda uji, kondisi cuaca, nilai slump serta tanggal pelaksanaan inspeksi dilakukan yang akan diunggah oleh inspektur.

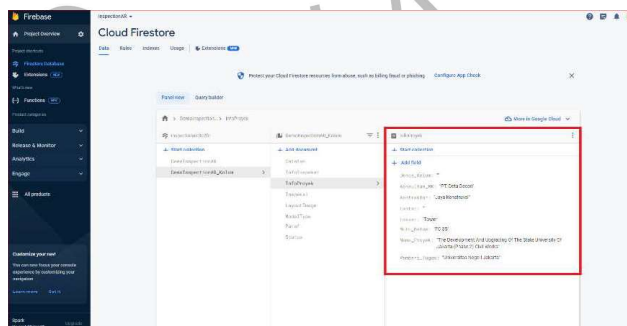


Gambar 4. 51 Sub Bab Inspeksi Kolom Bagian Info Inspeksi pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 4. 52 Sub Bab Inspeksi Kolom Bagian Info Inspeksi pada Lembar Dokumen Inspeksi Eksisting (Dokumentasi Pribadi, 2023)

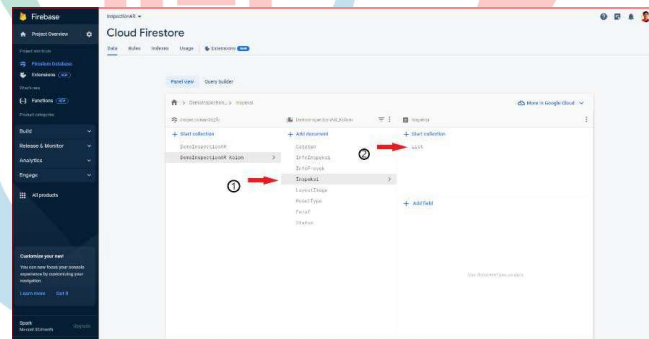
h. Gambar 4.53 dan Gambar 4.54 menjelaskan pengintegrasian data pada sub bab “Info Proyek” yang berisikan data umum dan data awal baik proyek maupun pekerjaan yang akan dilakukan inspeksi. Bagian yang tidak terisi, disesuaikan dengan lembar dokumen inspeksi eksisting.



Gambar 4. 53 Sub Bab Inspeksi Kolom Bagian Info Proyek pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 4. 54 Sub Bab Inspeksi Kolom Bagian Info Proyek pada Lembar Dokumen Inspeksi Eksisting (Dokumentasi Pribadi, 2023)

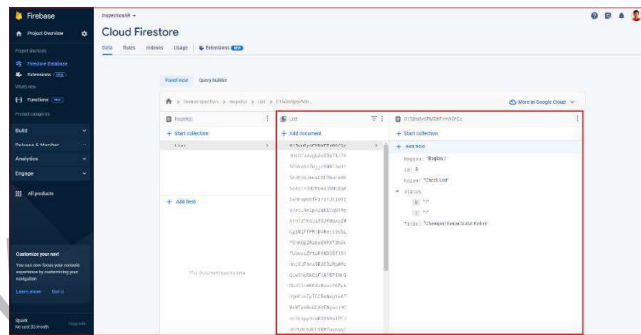
- i. Lalu langkah selanjutnya adalah input data inspeksi *checklist* pada lembar dokumen inspeksi. Dengan menambahkan sub bab inspeksi, penambahan data *entry* dengan nama “list” untuk mengartikan terdapat berbagai macam pekerjaan pada kegiatan inspeksi.



Gambar 4. 55 Tata Cara Menambahkan Data pada Bagian Checklist Kolom pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Kemudian lakukan tambahkan pekerjaan sesuai yang tertera pada lembar dokumen inspeksi dengan fitur “+ Add Document”. Tambahkan menggunakan fitur “Auto ID” dan input data inspeksi dengan berurutan. Pada tahap ini terdapat Bahasa pemrograman yang menggunakan fitur “Array” yang berfungsi untuk memprogram hasil inspeksi dikatakan telah

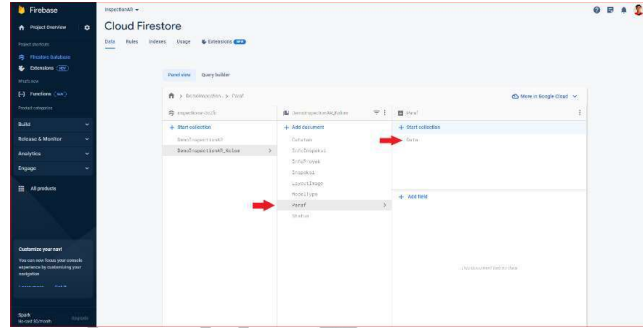
sesuai atau tidak sesuai pada lembar dokumen inspeksi digital.



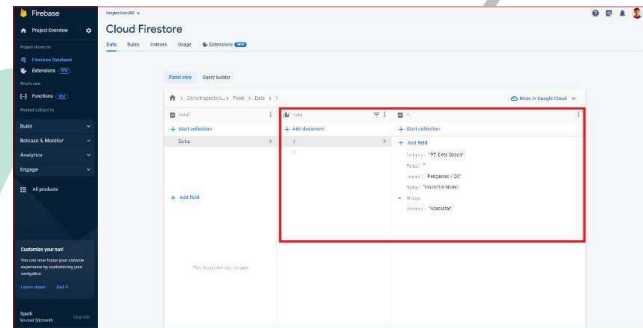
Gambar 4. 56 Sub Bab Inspeksi Kolom Bagian Checklist pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 4. 57 Sub Bab Inspeksi Kolom Bagian Checklist pada Lembar Dokumen Inspeksi Eksisting (Dokumentasi Pribadi, 2023)

j. Langkah berikutnya merupakan sub bab “Paraf” dimana pada pelaksanaan kegiatan inspeksi membutuhkan validitas yang diunggah oleh inspektur. Dengan langkah serta penggunaan fitur yang sama pada sub bab “inspeksi”, sub bab paraf ini dipergunakan pihak kontraktor maupun pihak konsultan. Dengan menginput dua data menggunakan bahasa pemrograman serta menginput identitas pada pihak yang terkait. Gambar 4.58 merupakan dokumen “Data” yang berisikan identitas digital pihak konsultan dan pihak kontraktor seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.59.



Gambar 4. 58 Sub Bab Inspeksi Kolom Bagian Paraf pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)



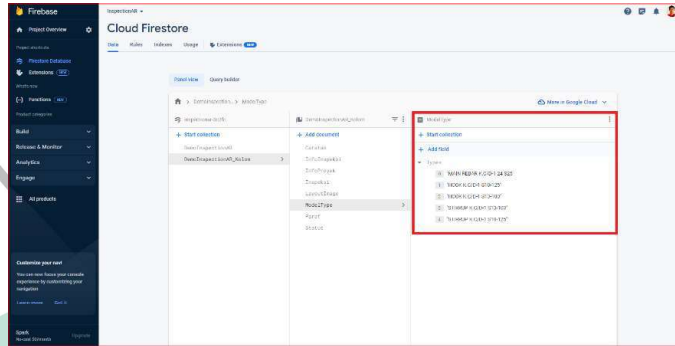
Gambar 4. 59 Sub Bab Inspeksi Kolom Bagian Paraf Konsultan dan Kontraktor pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Pengintegrasian data pada sub bab paraf ini memudahkan pihak inspektor mengunggah paraf serta bukti pada saat kegiatan inspeksi dengan metode *real time submission*. Memungkinkan secara akurat seluruh pihak yang terikat pada proyek tersebut dapat mengkonfirmasi hasil inspeksi secara langsung, baik pekerjaan di lapangan dan di kantor proyek tersebut.

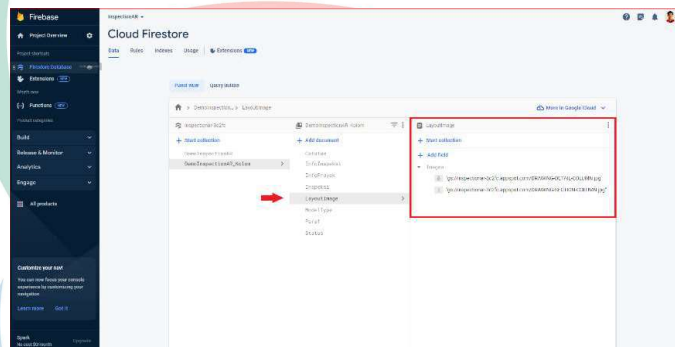
- k. Kemudian terdapat beberapa sub bab pendukung *data base* sebagai informasi pendukung dalam proyeksi AR terhadap *data base*. Di antara lain merupakan informasi mengenai spesifikasi pembesian yang digunakan pada struktur kolom tersebut, pengintegrasian gambar kerja yang merupakan *shop drawing section column* dan *detail column* pada struktur kolom K.C-1. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.60,



data digital yang telah diinput merupakan data material pembesian yang digunakan pada pemodelan BIM, sedangkan pada Gambar 4.61 menjelaskan pengintegrasian data berupa foto *shop drawing* yang sesuai dengan BIM.



Gambar 4. 60 Sub Bab Inspeksi Kolom Bagian Model Rebar Type pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 4. 61 Sub Bab Inspeksi Kolom Bagian Image Shop Drawing pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

## 2. Input Data Dokumen Inspeksi Struktur Balok BA-2 dan BA-3 Ke Dalam Firebase Console.

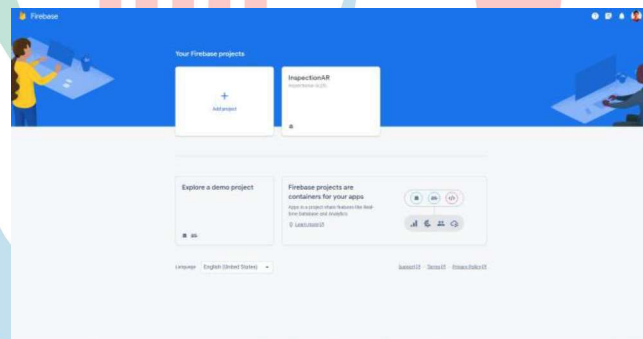
- a. Terdapat kesamaan dalam melakukan pengolahan pekerjaan pada tahap awal antara pengintegrasian *data base* struktur kolom dan struktur balok. Kesamaan ini terdapat pada poin a hingga poin c. Dikarenakan kesamaan data dan informasi yang diintegrasikan antara BA-2 dan BA-3, sehingga penjelasan dan keterangan pada langkah-langkah dilakukan secara bersamaan terhadap struktur balok BA-2 dan BA-3. Langkah awal yang harus dilakukan adalah membuka tautan

pada *browser* internet untuk mengakses Firebase Console. Gambar 4.62 menampilkan *interface* laman Firebase Console.



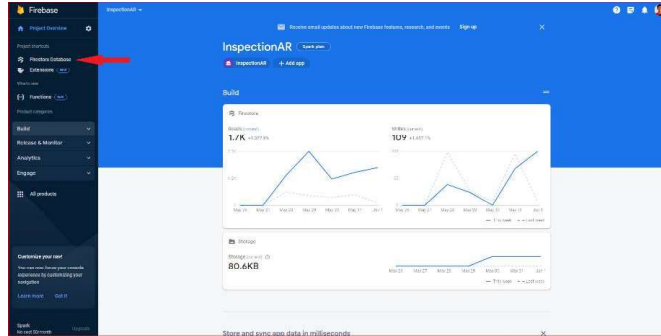
Gambar 4. 62 Interface Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

- b. Ketuk opsi “+Add Project” sebagai langkah awal pekerjaan pengintegrasian data. *Add Project* ini akan berisikan data-data yang dibutuhkan dan pengklasifikasian objek yang akan diintegrasikan sesuai dengan lembar dokumen inspeksi struktur balok.



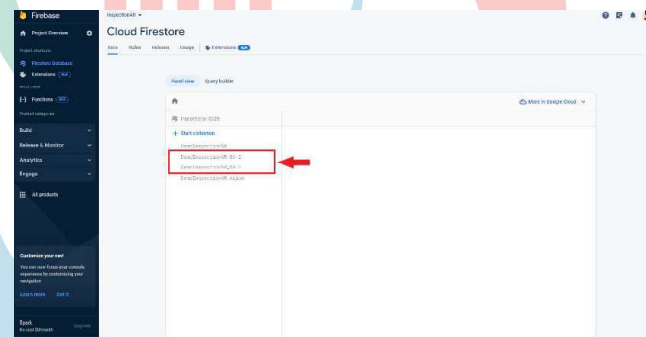
Gambar 4. 63 Opsi *Add Project* Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

- c. Ketuk opsi “*Firestore Database*” untuk menginput data-data pada lembar dokumen inspeksi struktur balok.



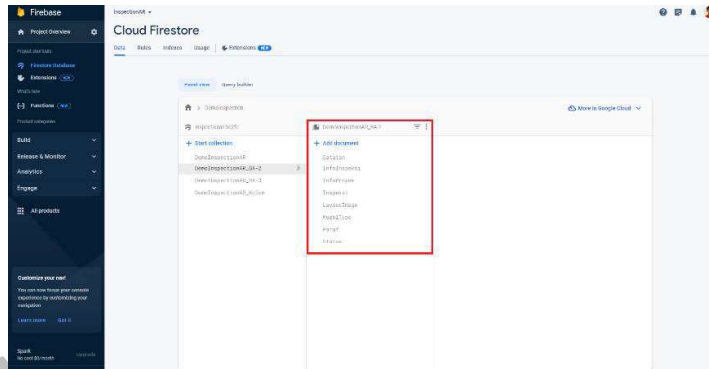
Gambar 4. 64 Opsi Input Database pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

- d. Lakukan penambahan dokumen pekerjaan pada opsi “*Start Collection*” sebagai dokumen utama yang berisikan data-data pada lembar dokumen inspeksi struktur kolom. Selanjutnya tambahkan dokumen untuk *database* struktur kolom dengan dokumen Bernama “*DemoInspectionAR\_BA-2* dan *DemiInspectionAR\_BA-3*”.

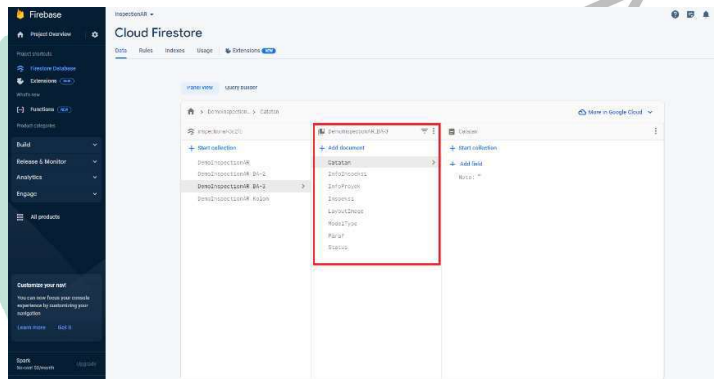


Gambar 4. 65 Opsi *Start Collection* BA-2 dan BA-3 pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

- e. Kemudian input data-data secara bertahap pada lembar dokumen inspeksi struktur kolom dengan bahasa pemrograman. Gambar 4.66 menampilkan substansi yang tertera pada lembar dokumen inspeksi struktur balok BA-2 dan Gambar 4.67 menampilkan substansi yang tertera pada lembar dokumen inspeksi struktur balok BA-3.

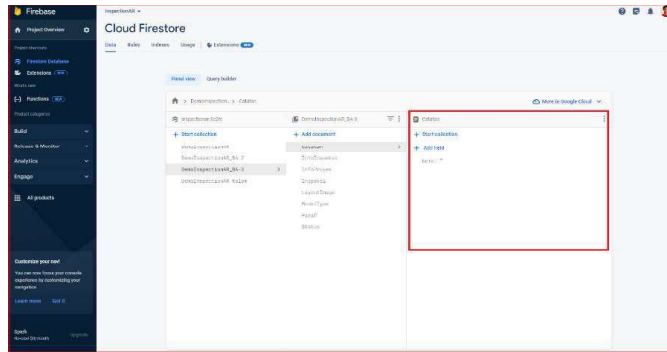


Gambar 4. 66 Substansi Checklist Pekerjaan Inspeksi BA-2  
(Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 4. 67 Substansi Checklist Pekerjaan Inspeksi BA-3  
(Dokumentasi Pribadi, 2023)

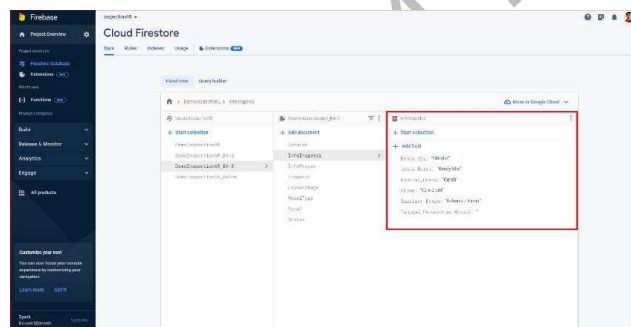
f. Gambar 6.8 dan Gambar 4.69 menampilkan sub bab “Catatan” terdapat “field” yang berisikan keterangan “Note:” pada *data base*. Bertujuan untuk diintegrasikan pada program *Augmented Reality* dengan fungsi mengisi catatan yang dibutuhkan dan diperlukan pada lembar dokumen inspeksi digital saat pelaksanaan inspeksi objek struktur kolom di lokasi penelitian. Sub bab bagian “Catatan” ini selaras pada lembar dokumen inspeksi struktur balok BA-2 dan BA-3 yang digunakan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta yang dijelaskan pada Gambar 4.68.



Gambar 4. 68 Sub Bab Inspeksi Balok Bagian Catatan pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 4. 69 Sub Bab Inspeksi Balok Bagian Catatan pada Lembar Dokumen Inspeksi Eksisting (Dokumentasi Pribadi, 2023)

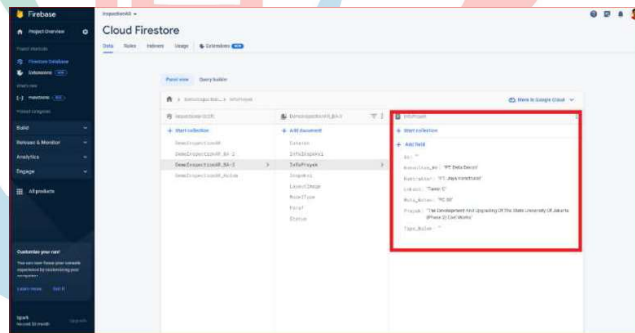
g. Gambar 4.70 dan Gambar 4.71 menjelaskan sub bab “Info Inspeksi” yang berisikan data-data di antara lain benda uji, kondisi cuaca, nilai slump serta tanggal pelaksanaan inspeksi dilakukan yang akan diunggah oleh inspektur.



Gambar 4. 70 Sub Bab Inspeksi Balok Bagian Info Inspeksi pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 4. 71 Sub Bab Inspeksi BalokBagian Info Inspeksi pada Lembar Dokumen Inspeksi Eksisting (Dokumentasi Pribadi, 2023)

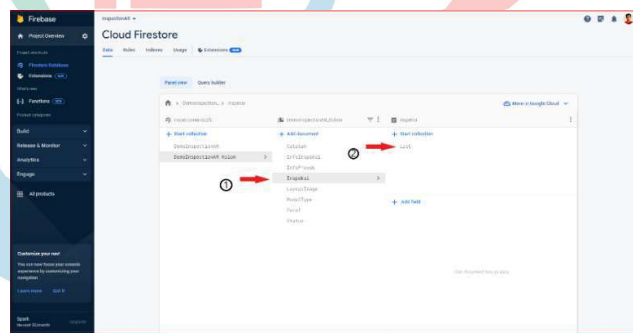
h. Gambar 4.72 dan Gambar 4.73 menjelaskan pengintegrasian data pada sub bab “Info Proyek” yang berisikan data umum dan data awal baik proyek maupun pekerjaan yang akan dilakukan inspeksi. Bagian yang tidak terisi, disesuaikan dengan lembar dokumen inspeksi eksisting.



Gambar 4. 72 Sub Bab Inspeksi Balok Bagian Info Proyek pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 4. 73 Sub Bab Inspeksi Balok Bagian Info Proyek pada Lembar Dokumen Inspeksi Eksisting (Dokumentasi Pribadi, 2023)

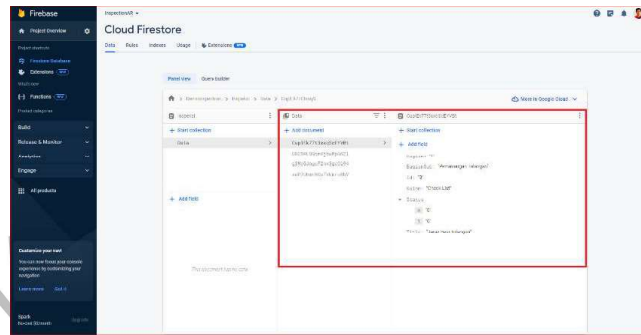
- i. Lalu langkah selanjutnya adalah input data inspeksi *checklist* pada lembar dokumen inspeksi. Dengan menambahkan sub bab inspeksi, penambahan data *entry* dengan nama “*list*” untuk mengartikan terdapat berbagai macam pekerjaan pada kegiatan inspeksi.



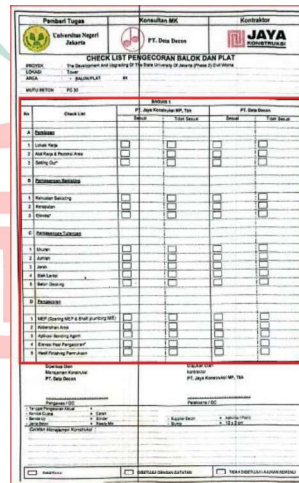
Gambar 4.74 Tata Cara Menambahkan Data pada Bagian *Checklist* Balok pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Kemudian lakukan tambahkan pekerjaan sesuai yang tertera pada lembar dokumen inspeksi dengan fitur “+ *Add Document*”. Tambahkan menggunakan fitur “*Auto ID*” dan input data inspeksi dengan berurutan. Pada tahap ini terdapat Bahasa pemrograman yang menggunakan fitur “*Array*” yang berfungsi untuk memprogram hasil inspeksi dikatakan telah

sesuai atau tidak sesuai pada lembar dokumen inspeksi digital.



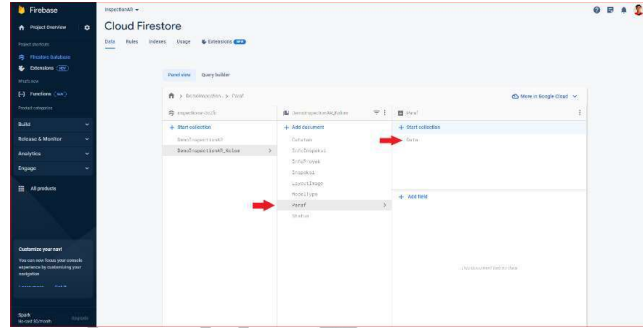
Gambar 4. 75 Sub Bab Inspeksi Balok Bagian Checklist pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)



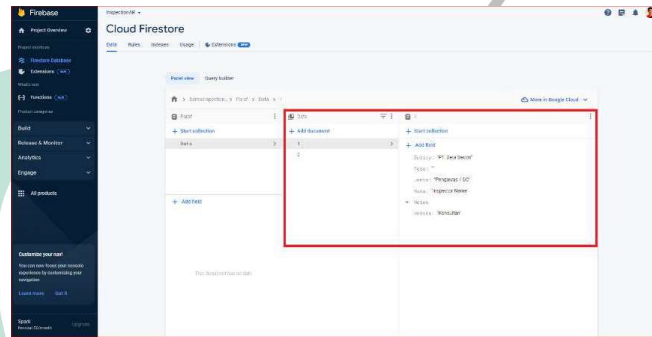
Gambar 4. 76 Sub Bab Inspeksi Balok Bagian Checklist pada Lembar Dokumen Inspeksi Eksisting (Dokumentasi Pribadi, 2023)

j. Langkah berikutnya merupakan sub bab “Paraf” dimana pada pelaksanaan kegiatan inspeksi membutuhkan validitas yang diunggah oleh inspektor. Dengan langkah serta penggunaan fitur yang sama pada sub bab “inspeksi”, sub bab paraf ini dipergunakan pihak kontraktor maupun pihak konsultan. Dengan menginput dua data menggunakan bahasa pemrograman serta menginput identitas pada pihak yang terkait. Gambar 4.77 merupakan dokumen “Data” yang berisikan identitas digital pihak konsultan dan pihak kontraktor seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.78.



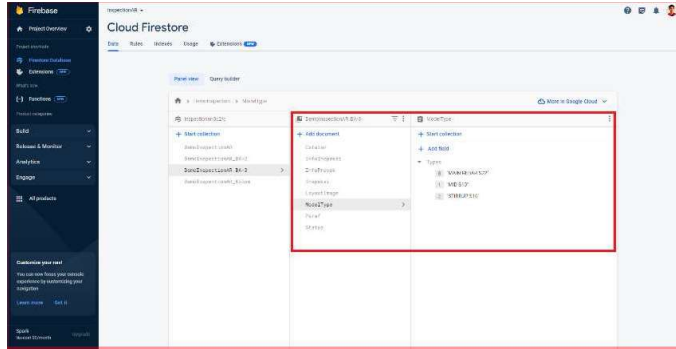


Gambar 4. 77 Sub Bab Inspeksi Balok Bagian Paraf pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

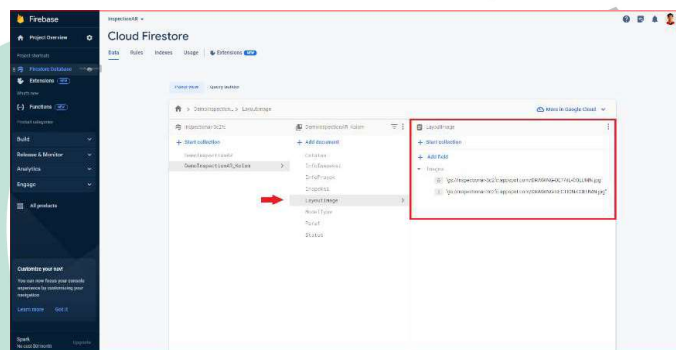


Gambar 4. 78 Sub Bab Inspeksi Balok Bagian Paraf Konsultan dan Kontraktor pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

k. Kemudian terdapat beberapa sub bab pendukung *data base* sebagai informasi pendukung dalam proyeksi AR terhadap *data base*. Di antara lain merupakan informasi mengenai spesifikasi pembesian yang digunakan pada struktur balok tersebut, pengintegrasian gambar kerja yang merupakan *shop drawing detail beam* pada struktur balok BA-2 dan struktur balok BA-3. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.79, data digital yang telah diinput merupakan data material pembesian yang digunakan pada pemodelan BIM, sedangkan pada Gambar 4.80 menjelaskan pengintegrasian data berupa foto *shop drawing* yang sesuai dengan BIM.



Gambar 4. 79 Sub Bab Inspeksi Balok Bagian Model Rebar Type pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 4. 80 Sub Bab Inspeksi Balok Bagian Image Shop Drawing pada Firebase Console (Dokumentasi Pribadi, 2023)

#### 4.3.2.3 Proyeksi Pemodelan *Augmented Reality* Pada Struktur Pembesian Kolom (K.C-1)

Pelaksanaan proyeksi pemodelan *Augmented Reality* (AR) struktur pembesian kolom K.C-1 ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta *Phase 2, Tower C*, lantai 10 as 2.D. Mengacu pada Gambar 4.81 pelaksanaan ini dilakukan pada Senin, 5 Juni 2023. Percobaan aplikasi AR dalam melakukan *site inspection* ini dilakukan bersama pengawas lapangan pihak kontraktor selaku *Quality Control* dan pelaksana lapangan pihak kontraktor.



Gambar 4. 81 Pelaksanaan Uji Coba *Augmented Reality* pada Struktur Kolom K.C-1 It. 10 Tower C as 2.D Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta Phase 2 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

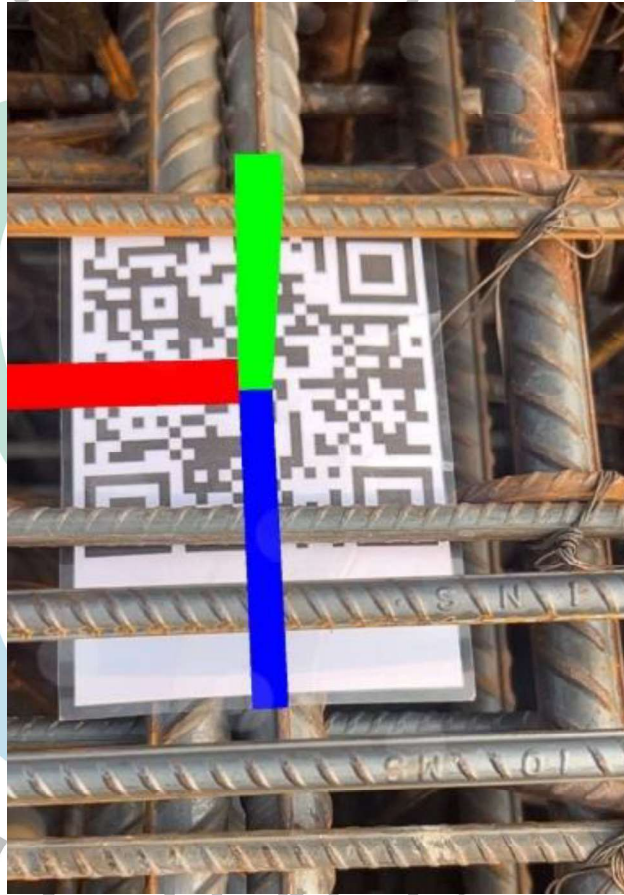
Berdasarkan Gambar 4.81 dapat dilihat pelaksanaan penggunaan aplikasi AR dalam tahap uji coba penggunaan dan penggunaan aplikasi, peneliti memberikan pemahaman tata cara penggunaan aplikasi AR. Tahap uji coba aplikasi AR ini ditujukan kepada pengawas dan pelaksana di lapangan terhadap kegiatan inspeksi struktur kolom. Dalam tahap uji coba ini, peneliti menjelaskan fitur-fitur serta kegunaan yang disajikan aplikasi *Augmented Reality* dalam kegiatan inspeksi struktur kolom.

1. Langkah awal yang harus dilakukan saat memproyeksikan pemodelan 3 dimensi berskala 1:1 berbasis *Augmented Reality* ialah sinkronisasi lokasi sekitar seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.82 terdapat titik-titik pada layar saat memproyeksikan pemodelan AR. Sinkronisasi ini dilakukan untuk mendeteksi situasi dan kondisi sekitar pada dunia nyata untuk memberikan akurasi yang baik saat pemodelan AR dijalankan.



Gambar 4. 82 Sinkronisasi Area Aplikasi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

2. Berikutnya ialah menempatkan *barcode* atau kode yang telah dibuat khusus untuk menampilkan pemodelan 3 dimensi berskala 1:1 berbasis AR dan memindai atau *scan* kode *barcode* seperti pada Gambar 4.83. Peletakkan kode *barcode* ini harus sesuai dengan garis sumbu atau *pivot* yang telah disesuaikan dalam pemrograman, sehingga saat pemodelan berbasis AR dilakukan, objek berada di lokasi yang sesuai dengan pemodelan pada BIM dan di lokasi lapangan.



Gambar 4. 83 Scan Barcode Augmented Reality di Lokasi Penelitian (Dokumentasi Pribadi, 2023)

3. Setelah melakukan pemindaian kode *barcode*, maka pemodelan 3 dimensi berskala 1:1 berbasis AR telah terverifikasi dan dapat dijalankan. Pada penampilan awal pemodelan 3 dimensi AR, dapat dilihat fitur-fitur yang disajikan. Fitur-fitur tersebut di antara lain ialah nama/tipe kolom, tanda hasil inspeksi, pilihan

opsi pembesian serta opsi untuk menampilkan *shop drawing* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8.84.



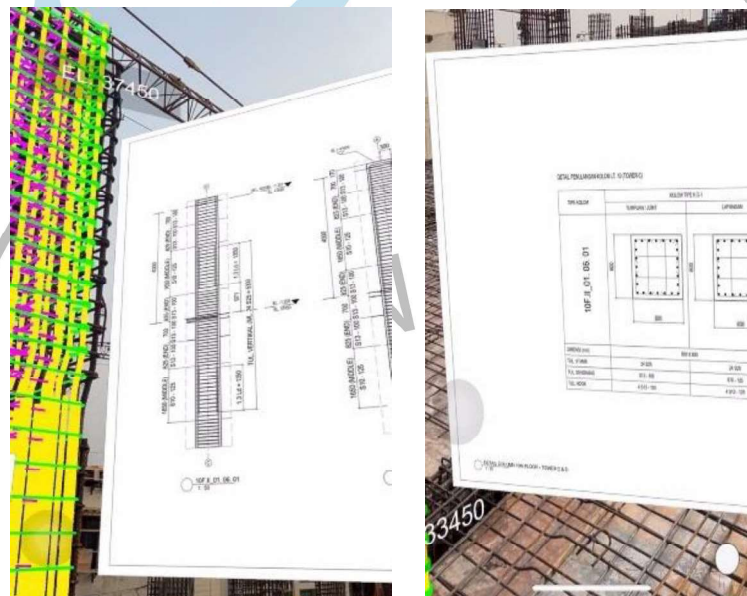
Gambar 4. 84 Tampilan Awal Proyeksi *Augmented Reality* K.C-1 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

4. Berdasarkan Gambar 4.85 memperlihatkan proyeksi pemodelan pembesian tulangan utama, tulangan hook serta tulangan stirrup yang sesuai dengan klasifikasi penempatan tulangan tumpuan dan tulangan lapangan telah tervisualisasi pada pemodelan 3 dimensi berskala 1:1 di lokasi K.C-1 lantai 10 as 2.E. Perbedaan warna pada tiap pembesian tulangan memudahkan inspektor melakukan pekerjaan pembesian dan pengklasifikasian terhadap besi tulangan yang akan diinspeksi serta mengurangi kesalahan pembacaan standar spesifikasi pembesian pada objek yang akan diinspeksi.



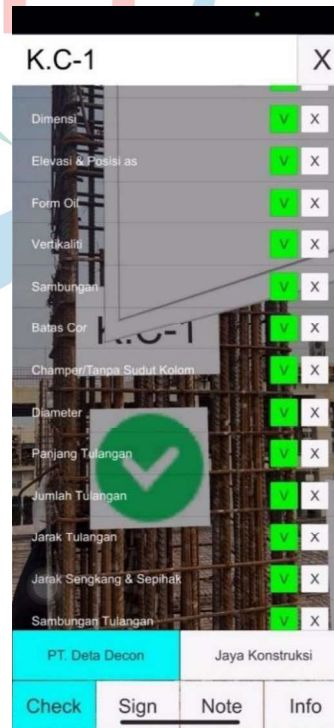
Gambar 4. 85 Visualisasi Struktur Pembesian K.C-1 Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

5. Gambar kerja *shop drawing* dapat diakses pada fitur yang disajikan oleh pemodelan berbasis AR seperti pada Gambar 4.86. merupakan Gambar kerja *shop drawing* digital ini merupakan gambar kerja yang dihasilkan oleh Revit Autodesk sebagai salah satu acuan gambar kerja *shop drawing* pada pelaksanaan kegiatan inspeksi.



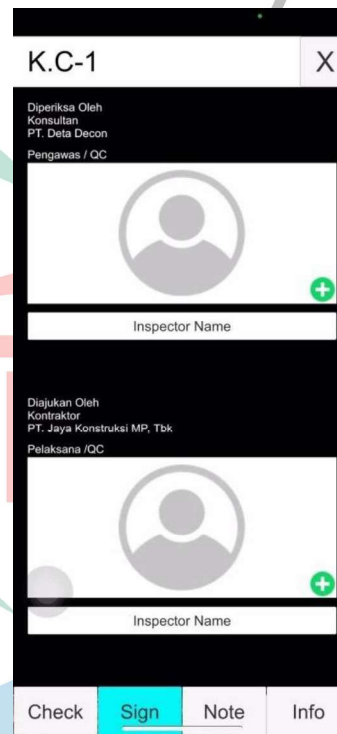
Gambar 4. 86 Visualisasi Gambar Kerja *Shop Drawing* K.C-1 Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

6. Kemudian pelaksanaan pemeriksaan atau *Checklist* pada kegiatan inspeksi dapat dilakukan secara digital saat penggunaan aplikasi AR yang mengacu pada Gambar 4.87. Dokumen inspeksi digital ini telah sesuai dengan dokumen inspeksi yang digunakan oleh pihak kontraktor pada saat kegiatan inspeksi pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta Phase 2. Pembuatan dokumen inspeksi digital ini dilakukan dengan cara pengintegrasian serta Bahasa pemrograman pada *frameworks data base console* seperti yang dijelaskan pada sub bab 4.3.2.2. Pemeriksaan inspeksi digital ini memberikan fitur “ceklis” yang mengartikan bahwa pekerjaan pada objek tersebut telah sesuai dan “silang” jika belum sesuai serta fitur ini dapat dilakukan baik pihak kontraktor maupun pihak konsultan, sesuai dengan fitur yang diberikan. Hasil dari dokumen inspeksi pada bagian pemeriksaan atau *Checklist* ini, akan terintegrasi dengan *frameworks data base console* secara langsung atau *real time*.



Gambar 4. 87 Visualisasi Dokumen Inspeksi *Checklist* Struktur Kolom Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

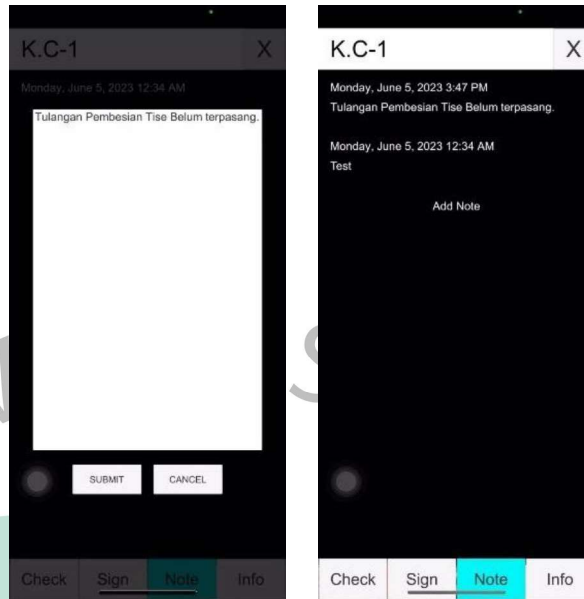
7. Setelah pelaksanaan kegiatan pengisian dokumen inspeksi digital telah selesai dilakukan sesuai dengan objek yang diinspeksi, inspektor wajib melakukan verifikasi dengan melakukan paraf atau tanda tangan sebagai tanggung jawab pada objek tersebut. Dokumen inspeksi digital ini menyajikan fitur untuk mengunggah nama inspektor dan mengunggah foto, baik pihak kontraktor selaku QC/pelaksana maupun pihak konsultan selaku pengawas seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.88.



Gambar 4. 88 Visualisasi Dokumen Inspeksi Paraf Struktur Kolom Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

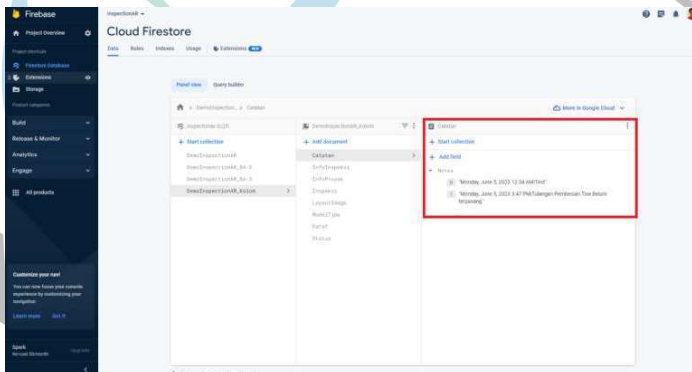
8. Berdasarkan Gambar 4.89 inspektor dapat melakukan penambahan catatan terhadap objek yang diinspeksi. Pada fitur “*Note*” inspektor dapat menjelaskan kekurangan yang terjadi pada objek di lapangan, saat catatan digital tersebut diunggah secara waktu yang bersamaan akan terintegrasi dengan *data base console* sesuai dengan waktu inspektor mengunggah catatan tersebut.





Gambar 4. 89 Visualisasi Dokumen Inspeksi Catatan Struktur Kolom Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Berdasarkan Gambar 4.89 setelah mengunduh catatan pada fitur “Note”, catatan yang diisi oleh inspektor akan terintegrasi dengan *data base document* pada *frameworks firebase console* yang menjadikan penyimpanan data serta pengintegrasian data lembar dokumen inspeksi digital seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.90.



Gambar 4. 90 Integrasi Data Dokumen Inspeksi Digital Berbasis Teknologi *Augmented Reality* Bagian Catatan Struktur Pembesian Kolom Dengan *Data Base Console* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

9. Kemudian inspektor dapat melihat info proyek pada dokumen inspeksi digital, yang di antara lain berisikan keterangan proyek secara umum dan keterangan pada struktur kolom tersebut.

Inspektur dapat melakukan pengisian data pada opsi lokasi dan jenis kolom pada dokumen inspeksi digital sesuai dengan struktur kolom yang akan diinspeksi seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.91.



Gambar 4. 91 Visualisasi Dokumen Inspeksi Info Proyek Struktur Kolom Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Saat pelaksanaan uji coba aplikasi AR dalam pelaksanaan kegiatan inspeksi kepada *Quality Control* dan pelaksana dari pihak PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama Tbk, selaku kontraktor pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta *Phase 2*, terdapat beberapa pengajuan atau saran terhadap fitur-fitur aplikasi AR guna pelaksanaan inspeksi dapat lebih dioptimalkan dengan penggunaan aplikasi AR ini. Saran serta tambahan yang diberikan oleh divisi *Quality Control* serta pelaksana oleh pihak kontraktor ini merupakan *pilot survey* atau parameter yang akan dijadikan tambahan pada aplikasi *Augmented Reality* untuk pelaksanaan kegiatan inspeksi selanjutnya. Saran yang diberikan oleh QC dan pelaksana lapangan dari pihak kontraktor ini di antara lain:

A. Pengklasifikasian daftar pemeriksaan struktur kolom.

Pelaksanaan kegiatan inspeksi berbasis teknologi *Augmented Reality* pada penelitian ini terfokuskan pada pemeriksaan struktur pembesian. Dengan demikian, fitur yang disajikan pada dokumen inspeksi digital pada bagian pemeriksaan atau *Checklist* cukup pada pemeriksaan struktur pembesian.

B. Penambahan Opsi “Disetujui Dengan Catatan”.

Pemilihan opsi ini agar memudahkan dalam pengelompokkan pekerjaan inspeksi berbasis *Augmented Reality* yang telah diinspeksi, baik objek tersebut telah disetujui, disetujui dengan catatan ataupun belum disetujui. Penambahan opsi ini merupakan bagian penting dalam kegiatan inspeksi, dikarenakan jika aplikasi AR dapat menampilkan objek yang telah terinspeksi namun terdapat catatan dan perlu adanya pemeriksaan kembali, inspektor akan mengetahui lokasi dan kekurangan apa yang harus dilakukan pada objek tersebut.

C. Pelaksanaan Kegiatan Inspeksi Internal.

Pelaksanaan kegiatan inspeksi pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta *Phase 2* ini memiliki 2 tahap, yaitu inspeksi internal kemudian inspeksi eksternal. Inspeksi internal ini dilakukan oleh pihak kontraktor antara divisi *Quality Control* dan pelaksana. Kemudian saat inspeksi internal telah dilakukan dan objek yang diinspeksi telah sesuai standar spesifikasi, maka inspeksi eksternal akan dilakukan dengan pihak konsultan selaku pengawas lapangan. Penambahan opsi ini bertujuan untuk alur komunikasi antar pihak kontraktor menjadi lebih baik dan teratur terhadap objek yang akan atau telah diinspeksi sebelum dilakukannya inspeksi eksternal.

#### D. Opsi Pengunggahan Foto Pada Bagian *Checklist*

Dengan menambahkan fitur penambahan foto dalam bagian *Checklist* pada dokumen inspeksi, penerima dokumen inspeksi digital atau inspektor yang akan melakukan inspeksi kembali pada objek yang sama akan mengetahui pada objek atau bagian yang harus dilakukan atau dikerjakan.

#### E. Penambahan Data dan Informasi BIM

Data dan informasi pada pemodelan 3 dimensi berbasis AR ditambahkan sesuai dengan yang ada pada pemodelan 3 dimensi berbasis BIM. Data serta informasi yang dimaksud merupakan spesifikasi terdapa pembesian tulangan yang digunakan pada objek yang akan dilakukan kegiatan inspeksi.

#### **4.3.2.4 Proyeksi pemodelan *Augmented Reality* pada struktur pembesian balok (BA-2 dan BA-3)**

Pelaksanaan proyeksi pemodelan *Augmented Reality* (AR) pada struktur pembesian balok BA-2 dan BA-3 ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta *Phase 2, Tower C, beam roof top 11 Section 1*. Pelaksanaan ini dilakukan pada Jumat, 9 Juni 2023 dan Selasa, 13 Juni 2023. Percobaan aplikasi AR dalam melakukan *site inspection* ini dilakukan bersama pengawas lapangan pihak kontraktor selaku BIM *modeler* dan Kepala Mutu *Schedule Monitor* serta pengawas lapangan dari pihak konsultan.

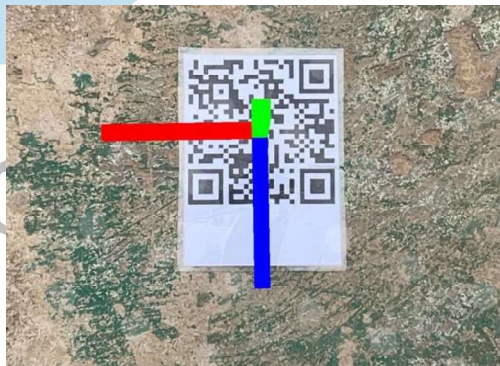
1. Langkah awal yang harus dilakukan saat memproyeksikan pemodelan 3 dimensi berskala 1:1 berbasis *Augmented Reality* ialah sinkronisasi lokasi sekitar seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.92. Langkah awal ini sama seperti yang dilakukan saat melakukan uji coba kegiatan inspeksi struktur pembesian kolom K.C-1 dengan perangkat lunak *Augmented Reality*. Sinkronisasi ini dilakukan untuk mendeteksi situasi dan kondisi

sekitar pada dunia nyata untuk memberikan akurasi yang baik saat pemodelan AR dijalankan.



Gambar 4. 92 Sinkronisasi Area Aplikasi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

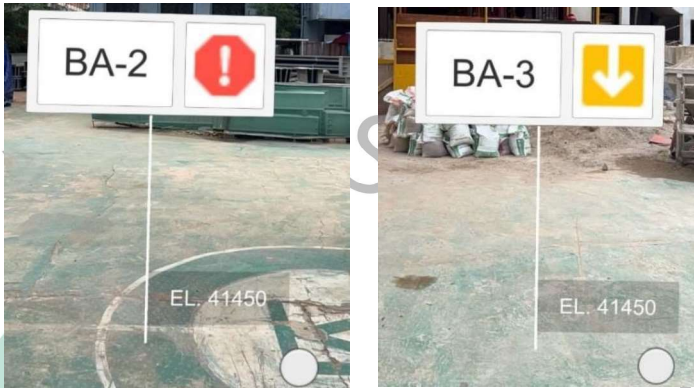
2. Berikutnya ialah menempatkan *barcode* atau kode yang telah dibuat khusus untuk menampilkan pemodelan 3 dimensi berskala 1:1 berbasis AR dan memindai atau *scan* kode *barcode* seperti pada Gambar 4.93. Peletakkan kode *barcode* ini harus sesuai dengan garis sumbu atau *pivot* yang telah disesuaikan dalam pemrograman, sehingga saat pemodelan berbasis AR dilakukan, objek berada di lokasi yang sesuai dengan pemodelan pada BIM dan di lokasi lapangan.



Gambar 4. 93 *Scan Barcode Augmented Reality* di Lokasi Penelitian (Dokumentasi Pribadi, 2023)

3. Setelah melakukan pemindaian kode *barcode*, maka pemodelan 3 dimensi berskala 1:1 berbasis AR telah terverifikasi dan dapat

dijalankan. Pada penampilan awal pemodelan 3 dimensi AR, dapat dilihat fitur-fitur yang disajikan. Fitur-fitur tersebut di antara lain ialah nama/tipe balok dan tanda hasil inspeksi seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.94.



Gambar 4. 94 Tampilan Awal Proyeksi *Augmented Reality* BA-2 dan BA-3 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

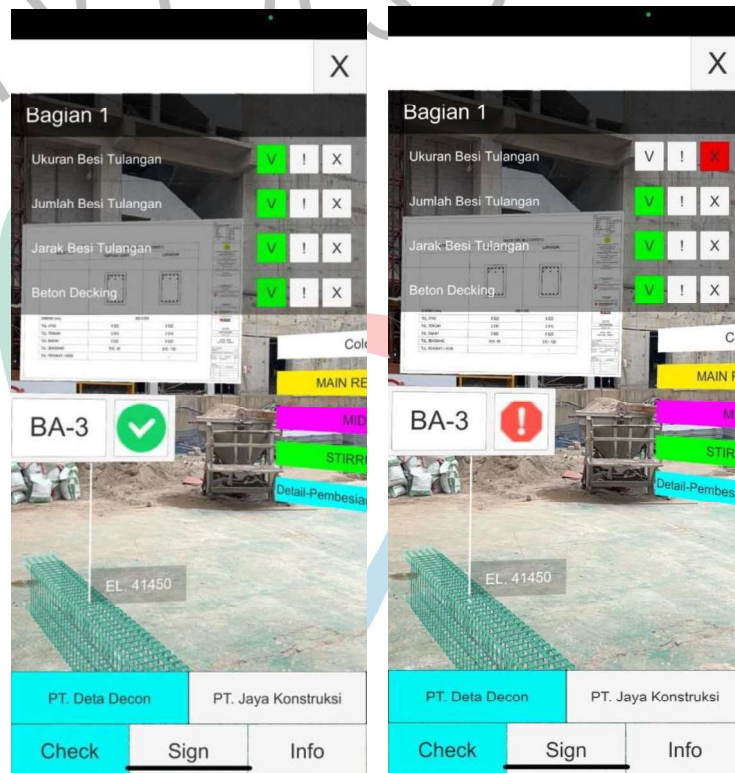
4. Selanjutnya pengguna dapat menyetuk opsi BA-2 dan BA-3 untuk memvisualisasikan pembesian struktur terhadap balok yang dipilih. Terdapat opsi untuk menampilkan gambar *shop drawing* yang telah sesuai seperti yang di desain pada BIM. Objek yang divisualisasikan dapat dilakukan secara bersamaan pada BA-2 dan BA-3 sehingga memudahkan inspektor untuk melakukan kegiatan inspeksi saat di lapangan, dengan menampilkan gambar *shop drawing* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.95.



Gambar 4. 95 Visualisasi Struktur Pembesian serta *Shop Drawing* BA-2 dan BA-3 Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

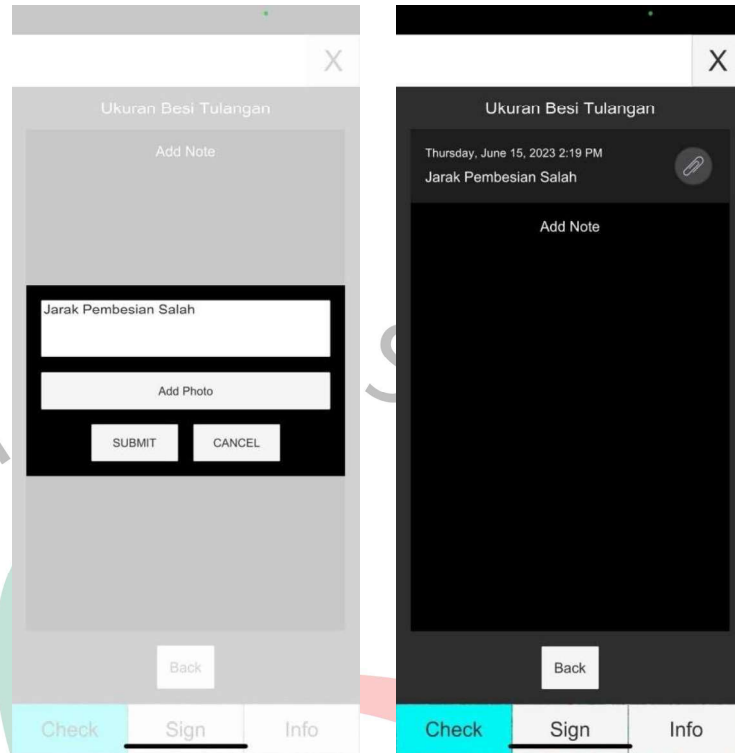
5. Dalam menampilkan dokumen inspeksi digital, terdapat 3 pilihan untuk menandai objek yang diinspeksi yaitu disetujui

dengan lambang “✓”, menandai objek yang salah dengan Lambang “x”, serta menandai suatu objek yang disetujui dengan catatan menggunakan Lambang “!”. Mengacu pada Gambar 4.96 lambang yang diberikan pada objek struktur balok dalam proyeksi AR saat semua pekerjaan telah disetujui oleh inspektor dan objek struktur balok dalam proyeksi AR tidak disetujui oleh inspektor.

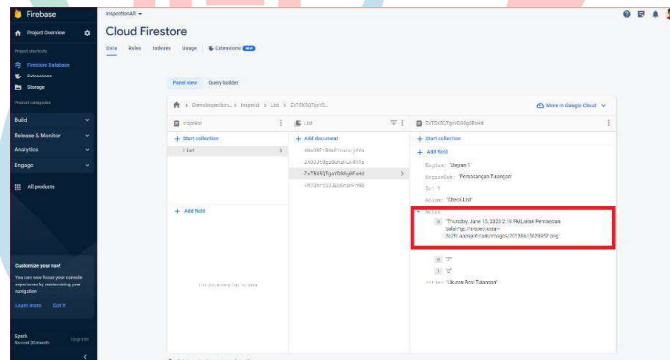


Gambar 4. 96 Visualisasi Dokumen Inspeksi Checklist Struktur BA-2 dan BA-3 Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Kemudian untuk opsi disetujui dengan catatan, berdasarkan pada Gambar 4.96 inspektor cukup ketuk satu kali dalam opsi *checklist* pada lambing “!”, kemudian akan diarahkan untuk mengunggah catatan dan unggah gambar terhadap objek yang dijadikan catatan. Pengunggahan ini langsung terintegrasi pada *data base document* secara *real time* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.97 dan Gambar 4.98, sehingga memudahkan alur komunikasi terhadap *stake holder* dalam proyek tersebut.



Gambar 4. 97 Visualisasi Dokumen Inspeksi Checklist Bagian Disetujui Dengan Catatan Struktur BA-2 dan BA-3 Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

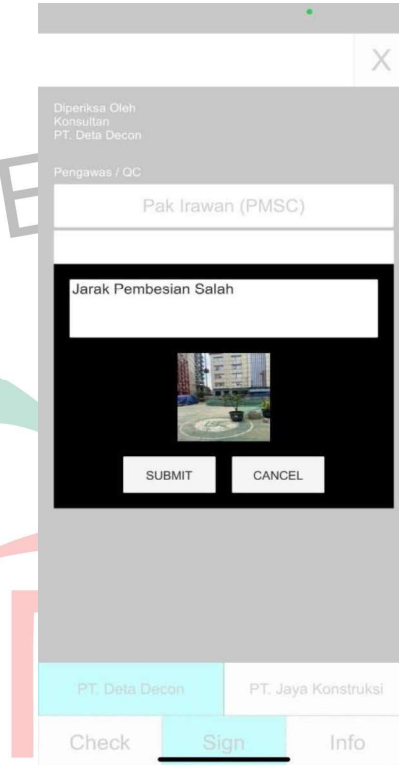


Gambar 4. 98 Integrasi Data Dokumen Inspeksi Digital Berbasis Teknologi *Augmented Reality* Bagian Checklist Disetujui Dengan Catatan Dengan *Data Base Console* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

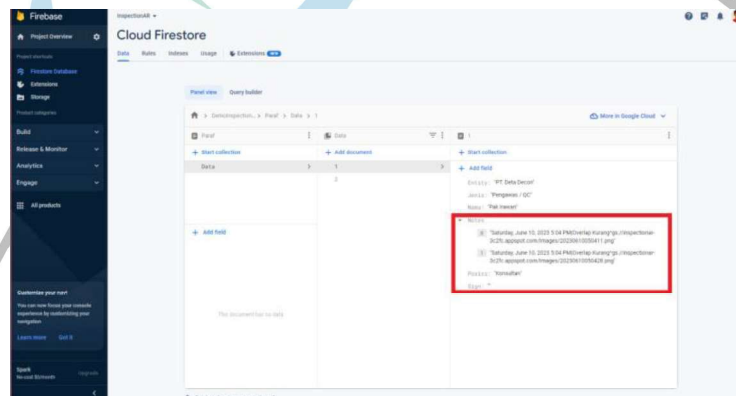
6. Setelah melakukan pemeriksaan menggunakan dokumen inspeksi digital, inspektor baik pihak kontraktor maupun konsultan dapat melakukan penandatanganan sebagai bukti inspeksi serta dapat mengunggah catatan dan gambar seperti saat melakukan kegiatan *Checklist* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.99. Sama halnya juga dengan dokumen inspeksi



digital, saat melakukan paraf ini unggahan isnspektor akan terintegrasi langsung dengan *data base document* seperti diperlihatkan pada Gambar 4.100.



Gambar 4. 99 Visualisasi Dokumen Inspeksi Paraf Struktur BA-2 dan BA-3 Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 4. 100 Integrasi Data Dokumen Inspeksi Digital Berbasis Teknologi *Augmented Reality* Bagian Paraf Struktur Pembesian BA-2 dan BA-3 Dengan *Data Base Console* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

7. Kemudian inspektor dapat melihat info proyek pada dokumen inspeksi digital, yang di antara lain berisikan keterangan proyek secara umum dan keterangan pada struktur balok tersebut.

Inspektor dapat melakukan pengisian data pada opsi lokasi dan jenis balok pada dokumen inspeksi digital sesuai dengan struktur balok yang akan diinspeksi seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.101.



Gambar 4. 101 Visualisasi Dokumen Inspeksi Info Proyek StrukturBA-2 dan BA-3 Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

#### 4.3.2.5 Hasil Analisis Implementasi *Augmented Reality*

Pada penelitian ini sesi wawancara dilakukan kepada narasumber yang relevan terkait judul penelitian ini yaitu *Optimalisasi Site Inspection* Dalam Proyek Konstruksi Dengan Implementasi Teknologi Berbasis *Augmented Reality*. Wawancara ini dilakukan pada tanggal 9 Juni 2023 dan 10 Juni 2023 di lokasi penelitian yaitu Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta *Phase 2*. Sesi wawancara ini menarasumberkan pada pihak yang terkait dalam proyek pembangunan konstruksi, baik pengawas lapangan maupun *BIM engineer* pada proyek konstruksi tersebut. Sesi wawancara ini dilakukan sebagai hasil analisis data dari

keefektifan yang diberikan oleh teknologi berbasis *Augmented Reality* dalam melaksanakan kegiatan inspeksi.

Narasumber dalam sesi wawancara ini merupakan BIM *modeler* dari pihak kontraktor PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama Tbk, serta pengawas lapangan dari pihak konsultan PT Deta Decon. Sebelum melakukan sesi wawancara, narasumber melakukan proses uji coba terhadap aplikasi *Augmented Reality* pada pelaksanaan kegiatan inspeksi serta pengintegrasian dokumen lembar inspeksi digital ke dalam *data base console* seperti yang diperlihatkan pada Gambar Gambar 4.102 dan Gambar 4.103.



Gambar 4. 102 Pelaksanaan Uji Coba *Augmented Reality* pada Struktur Balok BA-2 dan BA-3 Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta *Phase 2* (Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 4. 103 Pelaksanaan Sesi Wawancara Implementasi Teknologi Berbasis *Augmented Reality* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Dalam naskah pertanyaan wawancara terdapat 2 subjek dari 4 narasumber yang telah dikelompokkan sebagai data analisis untuk hasil pembahasan ini. Subjek yang dituju merupakan pihak *engineer* atau BIM *modeler* serta pengawas atau pelaksana lapangan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta *Phase 2* baik dari PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama Tbk, dan PT Deta Decon. Tabel 4.1 menjelaskan karakteristik narasumber yang dituju dalam kegiatan sesi wawancara.

Tabel 4.1 *Karakteristik Narasumber Sesi Wawancara*

Narasumber 1	<i>Planning dan monitoring engineer</i>	Kontraktor	PT. Jaya Konstruksi Manggala Pratama, Tbk
Narasumber 2	<i>BIM modeler structure</i>	Kontraktor	PT. Jaya Konstruksi Manggala Pratama, Tbk
Narasumber 3	Pengawas lapangan dan BIM koordinator	Konsultan	PMSC (PT. Deta Decon)
Narasumber 4	<i>Quality Control</i>	Kontraktor	PT. Jaya Konstruksi Manggala Pratama, Tbk

*Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2023*

Pertanyaan wawancara dibagi menjadi 3 bagian. Bagian 1 merupakan pertanyaan pembuka, dengan maksud pertanyaan sebelum melakukan uji coba terhadap aplikasi *Augmented Reality*. Bagian 2 merupakan isi pertanyaan, dengan maksud pertanyaan yang mengarah pada pengalaman saat proses penggunaan aplikasi *Augmented Reality*. Kemudian bagian 3 merupakan pertanyaan penutup, dengan tujuan mendapatkan kesimpulan dari hasil penggunaan aplikasi *Augmented Reality* dalam pelaksanaan kegiatan inspeksi untuk mendukung hasil pembahasan dalam penelitian ini.

Terdapat 4 ide pokok pertanyaan sesi wawancara atau parameter yang menjadi bahasan utama dalam naskah pertanyaan wawancara yang akan menjadi data untuk mengkaji efektivitas penggunaan teknologi berbasis *Augmented Reality* dalam proyek konstruksi. Dari 4 ide pokok pertanyaan sesi wawancara atau parameter, terdapat skala yang nantinya akan dijadikan metode perhitungan hasil pembahasan untuk mengukur tingkat

efektivitas teknologi berbasis *Augmented Reality* dalam pelaksanaan kegiatan inspeksi terhadap 2 subjek yang dijadikan subjek wawancara. Naskah pertanyaan wawancara yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 *Naskah Pertanyaan Wawancara*

No	Pertanyaan	Skala	Parameter
1	Bagaimana cara yang dilakukan oleh PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama Tbk, dan PT Deta Decon saat pelaksanaan kegiatan inspeksi pembesian struktur kolom dan pembesian struktur balok pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta?	-	-
2	Apa kesulitan yang kerap dialami oleh PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama Tbk, dan PT Deta Decon pada saat pelaksanaan kegiatan inspeksi pembesian struktur kolom maupun pembesian struktur balok dengan cara pelaksanaan kegiatan inspeksi yang saat ini digunakan?	-	-
3	Apakah PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama Tbk, selaku pihak kontraktor serta PT Deta Decon selaku pihak konsultan pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta <i>Phase 2</i> telah mengetahui teknologi berbasis <i>Augmented Reality</i> ?	-	-
4	Apakah aplikasi teknologi berbasis AR pada saat pelaksanaan kegiatan inspeksi pembesian struktur kolom dan pembesian struktur balok mudah dipahami? (dari tahap awal penggunaan aplikasi hingga akhir penggunaan aplikasi)	-	-
5	Apakah pemodelan objek 3 dimensi yang ditampilkan AR berskala 1:1 di lokasi pelaksanaan, telah sesuai dengan objek 3 dimensi yang dimodelkan pada aplikasi berbasis BIM?	1 - 5	Parameter 1
6	Seberapa besar tingkat akurasi keselarasan serta kesesuaian pengintegrasian data dan informasi pada pemodelan 3 dimensi berskala 1:1 yang diproyeksikan oleh AR dengan pemodelan BIM?	1 - 5	Parameter 1
7	Dengan fitur-fitur yang diberikan oleh dokumen Inspeksi digital, apakah pekerjaan inspeksi dapat dipermudah dan telah sesuai dengan standar pekerjaan inspeksi sesuai WMS dan RKS pada Proyek Universitas Negeri Jakarta <i>Phase 2</i> ?	1 - 5	Parameter 2
8	Dengan pengintegrasian antara Dokumen Inspeksi Digital dan <i>Data Base Console</i> yang memberikan informasi kegiatan inspeksi terbaru secara <i>real time</i> yang dapat dilihat oleh semua pihak yang terkait pada	1 - 5	Parameter 2

	proyek, apakah dapat memberikan kemudahan alur komunikasi dalam kegiatan inspeksi?		
9	Apakah fitur yang disajikan aplikasi AR dapat memberikan kemudahan kegiatan inspeksi dalam pemeriksaan pembesian pada objek yang diinspeksi?	1 - 5	Parameter 3
10	Apakah fitur yang disajikan aplikasi AR dapat memberikan kemudahan kegiatan inspeksi dalam pelaksanaan “ <i>Mapping</i> ” pada objek yang akan/sudah diinspeksi?	1 - 5	Parameter 3
11	Dengan memproyeksikan pemodelan 3 dimensi berskala 1:1 secara langsung dan terintegrasi dengan BIM, apakah penggunaan teknologi berbasis AR dapat mengoptimalkan pelaksanaan kegiatan inspeksi pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta <i>Phase 2</i> ?	1 - 5	Parameter 4
12	Apakah penggunaan teknologi berbasis AR dan pengintegrasian <i>data base</i> dapat memberikan keefektifan dalam mengatur waktu pelaksanaan proyek menjadi lebih efisien?	1 - 5	Parameter 4

Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2023

Berdasarkan naskah pertanyaan wawancara pada Tabel 4.1, ide pokok pertanyaan sesi wawancara atau parameter yang tertera pada naskah wawancara ini dijelaskan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 *Penjelasan Parameter Pertanyaan Wawancara*

Parameter 1	Keselarasn data dan informasi.
Parameter 2	Memudahkan alur komunikasi pekerjaan.
Parameter 3	Mengoptimalkan pekerjaan <i>site inspection</i> .
Parameter 4	Mengefisiensikan waktu pelaksanaan.

Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2023

Proses sesi wawancara ini dinarasumberi oleh 4 narasumber yang masing-masing merupakan pihak yang terikat dengan Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta *Phase 2*. Teknologi berbasis *Augmented Reality* dalam pelaksanaan kegiatan inspeksi proyek

ini memiliki kelebihan yang beragam menurut narasumber. Mengacu pada Tabel 4.4, merupakan jawaban pihak narasumber terhadap pertanyaan dalam sesi wawancara untuk pertanyaan 1 dalam parameter 1.

Tabel 4. 4 *Jawaban Narasumber terhadap Pertanyaan 1 Parameter 1.*

<b>Pertanyaan 1, Parameter 1.</b>		
Pertanyaan 1 : Apakah pemodelan objek 3 dimensi yang ditampilkan AR berskala 1:1 di lokasi pelaksanaan, telah sesuai dengan objek 3 dimensi yang dimodelkan pada aplikasi berbasis BIM?		
	<b>Jawaban</b>	<b>Skala</b>
Narasumber 1	Kalau untuk skala saya beri 4, karena saya kurang tahu pemodelan yang ada di BIM saat <i>modeler</i> mendesainnya seperti apa. Namun saat kemarin uji aplikasi AR itu memang penempatannya sudah sesuai dan koordinatnya sudah jelas antara pemodelan AR dan pemodelan BIM.	4
Narasumber 2	Kalau untuk pemodelan objek 3 dimensi yang diproyeksikan oleh AR itu sudah sesuai dengan pemodelan yang ada di BIM, karena saya tadi pun juga sudah melihat visualisasi yang ditampilkan oleh AR sampai sedetail mungkin.	4
Narasumber 3	Sudah sesuai dengan pemodelan berbasis BIM ya. Karena dasarnya itu berdasarkan dari aplikasi Revit Autodesk. Dari Revit sendiri itu kita sudah menentukan berapa luasannya, berapa dimensinya, dan semua sudah sesuai dengan gambar DED.	5
Narasumber 4	Sudah sesuai, terlihat saat pemodelan AR di lokasi K.C-1 sudah pas antara gambar 3 dimensi dan yang ada dilokasi, namun memang saja yang dilokasi belum terpasang untuk semua pembesannya. Ini bagus skalanya 5.	5

Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2023

Mengacu pada Tabel 4.5, merupakan jawaban pihak narasumber terhadap pertanyaan dalam sesi wawancara untuk pertanyaan 2 dalam parameter 1.

Tabel 4. 5 *Jawaban Narasumber terhadap Pertanyaan 2 Parameter 1.*

<b>Pertanyaan 2, Parameter 1.</b>		
Pertanyaan 2 :	Seberapa besar tingkat akurasi keselarasan serta kesesuaian pengintegrasian data dan informasi pada pemodelan 3 dimensi berskala 1:1 yang diproyeksikan oleh AR dengan pemodelan BIM?	
	<b>Jawaban</b>	<b>Skala</b>
Narasumber 1	Untuk integrasi data dan informasinya sudah baik dan sesuai, saya beri skala 4 pada pertanyaan ini.	4
Narasumber 2	Mungkin akurasi sudah cukup tepat, dengan skala bisa saya berikan 5 karena data-data yang di tampilkan oleh AR juga sudah lengkap.	5
Narasumber 3	Data-datanya sudah sangat akurat. Karena BIM ini apa yang diimplementasikan ke lapangan itu harus sesuai.	5
Narasumber 4	Ya sudah sesuai seperti ada yang di computer dengan yang ada disini.	5

Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2023

Mengacu pada Tabel 4.6, merupakan jawaban pihak narasumber terhadap pertanyaan dalam sesi wawancara untuk pertanyaan 1 dalam parameter 2.

Tabel 4. 6 *Jawaban Narasumber terhadap Pertanyaan 1 Parameter 2.*

<b>Pertanyaan 1, Parameter 2.</b>		
Pertanyaan 1 :	Dengan fitur-fitur yang diberikan oleh dokumen inspeksi digital, apakah pekerjaan inspeksi dapat dipermudah dan telah sesuai dengan standar pekerjaan inspeksi sesuai WMS dan RKS pada Proyek Universitas Negeri Jakarta <i>Phase 2</i> ?	
	<b>Jawaban</b>	<b>Skala</b>
Narasumber 1	Jelas bisa mempermudah dan dokumennya itu sudah menggunakan <i>data base</i> . Peran <i>data base</i> ini sangat penting untuk kita melihat <i>record</i> untuk area yang terjadi <i>dispute</i> di lapangan apakah area tersebut sudah dilakukan <i>checklist</i> atau belum dan hasilnya seperti apa itu sangat penting karena data <i>record</i> nya jelas. Saya beri skala 5 karena sangat berguna dan sangat penting.	5
Narasumber 2	Saat saya uji coba tadi, penyajian pada dokumen <i>checklist</i> sudah sesuai dengan apa yang dibutuhkan saat pelaksanaan <i>checklist</i> .	5



Narasumber 3	Harus sesuai dengan RKS dan sudah sesuai standar RKS.	5
Narasumber 4	Kita selaku QC jadi tidak perlu melakukan pekerjaan yang sia-sia kalau ada teknologi seperti ini ya, tidak perlu harus pergi ke kantor untuk memberikan lembar dokumen kepada coordinator mutu. Ini juga sudah sesuai untuk daftar <i>checklist</i> nya dengan yang ada.	5

Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2023

Mengacu pada Tabel 4.7, merupakan jawaban pihak narasumber terhadap pertanyaan dalam sesi wawancara untuk pertanyaan 2 dalam parameter 3.

Tabel 4.7 Jawaban Narasumber terhadap Pertanyaan 2 Parameter 2.

<b>Pertanyaan 2, Parameter 2.</b>		
	<b>Jawaban</b>	<b>Skala</b>
Pertanyaan 2 :	Dengan pengintegrasian antara Dokumen Inspeksi Digital dan <i>Data Base Console</i> yang memberikan informasi kegiatan inspeksi terbaru secara <i>real time</i> yang dapat dilihat oleh semua pihak yang terkait pada proyek, apakah dapat memberikan kemudahan alur komunikasi dalam kegiatan inspeksi?	
Narasumber 1	Sangat mempermudah, karena yang dibutuhkan saat ini adalah pemberian informasi yang cepat. Jadi misalkan adanya sebuah teknologi yang mempermudah kita mencari data itu sangat bagus. Karena jika kita menggunakan kertas atau metode konvensional itu kerap terjadi masalah seperti data atau dokumennya disimpan oleh pihak yang berbeda dan dokumennya belum dijadikan digital dengan format PDF.	5
Narasumber 2	Pastinya memberi kemudahan jika penggunaan teknologi AR ini sudah diterapkan untuk komunikasi kegiatan inspeksi untuk antara pihak yang ada di proyek konstruksi.	5
Narasumber 3	Kalau kita berbicara dengan berbasis BIM, itu sangat memudahkan sekali ya untuk informasi yang berkaitan di lapangan. Karena satu hal ini sangat mempengaruhi nanti saat di 7D yaitu kubi (Manajemen Proyek) nya. Jadi saat adanya masalah di lapangan, kita bisa tahu lokasinya dimana dan kita mengetahui kubi nya berada dimana dan apa yang menjadi masalah. Sehingga penggunaan <i>data</i>	5

	<i>base</i> ini bisa mempermudah alur pekerjaan dengan kubi yang diberikan nanti.	
Narasumber 4	Iya jelas mempermudah, dimana kita hanya butuh mengirimkan informasi melalui <i>smartphone</i> dan yang menerima cukup menggunakan komputer, dimana pihak yang menerima data ini lebih banyak bekerja di kantor.	5

Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2023

Mengacu pada Tabel 4.8, merupakan jawaban pihak narasumber terhadap pertanyaan dalam sesi wawancara untuk pertanyaan 1 dalam parameter 3.

Tabel 4. 8 Jawaban Narasumber terhadap Pertanyaan 1 Parameter 3.

<b>Pertanyaan 1, Parameter 3.</b>		
Pertanyaan 1 :	Apakah fitur yang disajikan aplikasi AR dapat memberikan kemudahan kegiatan inspeksi dalam pemeriksaan pembesian pada objek yang diinspeksi?	
	<b>Jawaban</b>	<b>Skala</b>
Narasumber 1	Kalau untuk mempermudah, AR ini sangat mempermudah. Karena jelas dengan pembagian skema warna berdasarkan setiap tipe besi.	5
Narasumber 2	Sudah sangat memberikan kemudahan, karena jelas dengan pembagian warna dan juga cara kita memilih besi yang berbeda.	5
Narasumber 3	Sangat amat memudahkan, namun ada beberapa hal yang perlu kami <i>note</i> seperti bahwa untuk pembesiannya kita dapat melihat secara detil namun yang disajikan oleh AR belum memperlihatkan jarak <i>overlapping</i> dan jarak antar lapangan dan tumpuannya.	3
Narasumber 4	Jika memberikan kemudahan sudah pasti, namun mungkin untuk ditambahkannya fitur penggaris akan lebih baik jadi semuanya menjadi serba digital.	4

Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2023

Mengacu pada Tabel 4.9, merupakan jawaban pihak narasumber terhadap pertanyaan dalam sesi wawancara untuk pertanyaan 2 dalam parameter 3.

Tabel 4. 9 Jawaban Narasumber terhadap Pertanyaan 2 Parameter 3.

<b>Pertanyaan 2, Parameter 3.</b>		
Pertanyaan 2 : Apakah fitur yang disajikan aplikasi AR dapat memberikan kemudahan kegiatan inspeksi dalam pelaksanaan “Mapping” pada objek yang akan/sudah diinspeksi?		
	<b>Jawaban</b>	<b>Skala</b>
Narasumber 1	Dengan adanya fitur tanda atau legenda dari bagian-bagian yang sudah di <i>checklist</i> itu sangat mempermudah sekali agar inspektur tidak melakukan <i>double checklist</i> di area yang sama.	5
Narasumber 2	Sangat memberikan kemudahan, karena saat kita memproyeksikan AR sudah diberikan fitur <i>checklist</i> atau belum. Menurut saya untuk pelaksanaan <i>mapping</i> ini akan memberikan kemudahan jika menggunakan teknologi AR ini.	5
Narasumber 3	Sangat bisa menentukan.	5
Narasumber 4	Sudah sangat bisa, hanya tinggal melihat lambing yang dihasilkan oleh AR kita sudah bisa <i>mapping</i> pekerjaan.	5

Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2023

Mengacu pada Tabel 4.10, merupakan jawaban pihak narasumber terhadap pertanyaan dalam sesi wawancara untuk pertanyaan 1 dalam parameter 4.

Tabel 4. 10 Jawaban Narasumber terhadap Pertanyaan 1 Parameter 4.

<b>Pertanyaan 1, Parameter 4.</b>		
Pertanyaan 1 : Dengan memproyeksikan pemodelan 3 dimensi berskala 1:1 secara langsung dan terintegrasi dengan BIM, apakah penggunaan teknologi berbasis AR dapat mengoptimalkan pelaksanaan kegiatan inspeksi pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta <i>Phase 2</i> ?		
	<b>Jawaban</b>	<b>Skala</b>
Narasumber 1	Jelas bisa. Namun mungkin dengan penerapan metode ini perlu adanya koordinasi dengan penempatan kode <i>barcode</i> , itu mungkin perlu adanya skema yang lebih baik. Jika metode ini benar bisa diimplementasikan, mungkin harus merubah beberapa metode kerja dalam suatu proyek. Dengan skala saya berikan masih 4.	4

Narasumber 2	Pelaksanaan kegiatan inspeksi ini dapat dioptimalkan bila teknologi ini, karena dengan diberikannya kemudahan pada perangkat lunak dan keefektifan yang diberikan tidak perlu lagi membawa berlembar-lembar kertas. Yang saya rasakan juga untuk saat ini pelaksanaan konstruksi lebih baik menggunakan teknologi semacam AR dan tidak menggunakan cara konvensional dengan lembar kertas lagi.	5
Narasumber 3	Sangat amat membantu.	5
Narasumber 4	Sangat amat bisa mengoptimalkan, karena kedepannya sudah pasti menggunakan teknologi, semua bidang pekerjaan sudah mengikuti kemajuan teknologi yang ada. Hadirnya AR ini pasti akan dapat mengoptimalkan pekerjaan di lapangan konstruksi.	5

Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2023

Mengacu pada Tabel 4.11, merupakan jawaban pihak narasumber terhadap pertanyaan dalam sesi wawancara untuk pertanyaan 2 dalam parameter 4.

Tabel 4. 11 *Jawaban Narasumber terhadap Pertanyaan 2 Parameter 4.*

<b>Pertanyaan 2, Parameter 4.</b>		
Pertanyaan 2 :	Apakah penggunaan teknologi berbasis AR dan pengintegrasian <i>data base</i> dapat memberikan keefektifan dalam mengatur waktu pelaksanaan proyek menjadi lebih efisien?	
	<b>Jawaban</b>	<b>Skala</b>
Narasumber 1	Harusnya bisa, jika metode ini sudah matang.	5
Narasumber 2	Kalau menurut saya akan lebih efisien, karena saat saya melakukan uji coba AR dan <i>data base</i> sudah saling terintegrasi. Sehingga mempercepat alur pekerjaan tidak seperti cara konvensional yang harus menunggu lembar kertas dari antar pihak.	5
Narasumber 3	Ya pasti sangat bisa mengefisiensikan waktu pelaksanaan proyek konstruksi.	5
Narasumber 4	Sangat amat bisa, cukup menggunakan <i>smartphone</i> dapat mengirimkan informasi hasil inspeksi ke siapapun yang berkaitan dalam pelaksanaan ini.	5

Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2023

Hasil analisis yang akan diolah pada penelitian ini ialah menggunakan data yang didapatkan peneliti saat melakukan sesi wawancara terhadap narasumber. Skala yang diberikan merupakan langkah awal dalam perhitungan data analisis menggunakan metode likelihood.

Setelah mendapatkan hasil skala dari setiap parameter, peneliti memperhitungkan total skala kumulatif. Skala kumulatif ini didapatkan dari jawaban setiap parameter yang masing-masing mempunyai 2 pertanyaan. Skala kumulatif dihitung menggunakan rumus seperti yang dijelaskan pada Rumus 4.1.

$$(P1 + P2) / 2 \dots\dots\dots(4.1)$$

Keterangan:

P1 = Pertanyaan 1 pada parameter.

P2 = Pertanyaan 2 pada parameter.

Setelah melakukan perhitungan total skala komulaktif dari setiap narasumber menggunakan Rumus 4.1, didapatkannya skala penilaian dari setiap parameter yang diberikan oleh narasumber seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 12 *Skala Kumulatif Narasumber*

Parameter	Narasumber 1	Narasumber 2	Narasumber 3	Narasumber 4
Keselarasan data dan informasi.	4	4.5	5	5
Memudahkan alur komunikasi pekerjaan.	5	5	5	5
Mengoptimalkan pekerjaan <i>site inspection</i> .	5	5	4	4.5
Mengefisiensikan waktu pelaksanaan.	4.5	5	5	5

Sumber: *Diolah Oleh Penulis, 2023*

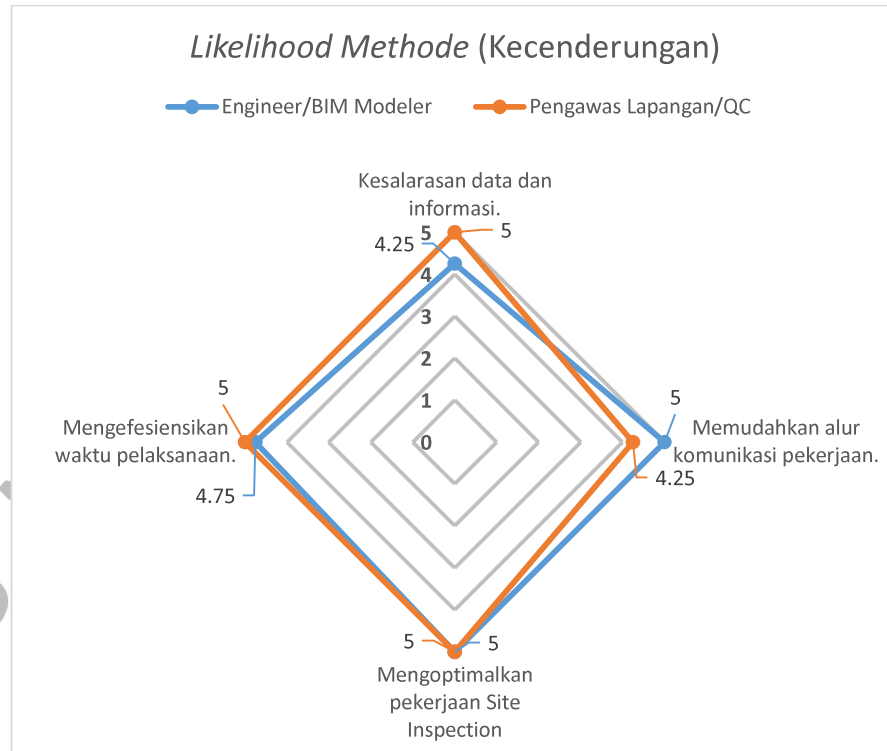
Analisa dalam penelitian ini dilakukan pengelompokan terhadap subjek yang terbagi menjadi *Engineer* atau *BIM modeler* serta subjek lainnya ialah Pengawas lapangan atau QC dari masing-masing pihak yang terkait pada Proyek Pembangunan Gedung Universitas Negeri Jakarta *Phase 2* baik dari PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama Tbk, dan PT Deta Decon. Narasumber 1 serta narasumber 2 merupakan pengelompokan subjek dari *Engineer / BIM modeler* dan narasumber 3 serta narasumber 4 merupakan pengelompokan subjek dari Pengawas Lapangan atau QC. Sehingga total rata-rata bobot yang didapati dari pengelompokan subjek yang terbagi terhadap parameter pengimplementasian teknologi berbasis *Augmented Reality* dijelaskan pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 13 Total Rata-Rata Bobot Narasumber

Parameter	<i>Engineer / BIM modeler</i>	Pengawas lapangan / QC
Keselarasan data dan informasi.	4.25	5
Memudahkan alur komunikasi pekerjaan.	5	4.25
Mengoptimalkan pekerjaan <i>site inspection</i> .	5	5
Mengefisiensikan waktu pelaksanaan.	4.75	5

Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2023

Berdasarkan Tabel 4.14 didapati hasil analisa menggunakan metode *likelihood* dalam menganalisis kecenderungan terhadap parameter dari pengimplementasian teknologi berbasis *Augmented Reality*. Hasil analisis *likelihood* dijelaskan pada Gambar 4.104 menggunakan diagram radar yang menjelaskan dari setiap parameter serta subjek yang dianalisis.



Gambar 4. 104 Grafik Parameter Pengimeplementasian Teknologi Berbasis *Augmented Reality* Terhadap Kecenderungan Metode *Likelihood* (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Berdasarkan Gambar 4.104 didapatkan hasil pengolahan analisis keefektifan penggunaan teknologi berbasis *Augmented Reality* terhadap pekerjaan *site inspection* dari berbagai parameter, didapatkan tingkat keefektifan yang berbeda antara pengelompokan subjek dalam perhitungan menggunakan metode *likelihood*. Adapun hasil pengolahan antara parameter terhadap subjek dijelaskan sebagai berikut:

#### A. Keselarasan Data dan Informasi (Parameter 1)

Dalam mengintegrasikan data dan informasi hasil pemodelan objek 3 dimensi yang diproyeksikan oleh *Augmented Reality* (AR) ini cenderung lebih dibutuhkan oleh pihak pengawas lapangan. Dikarenakan pengawas lapangan atau inspektor dapat melihat hasil yang dimodelkan oleh BIM, sehingga pelaksanaan kegiatan inspeksi dapat lebih baik dan efektif. Menurut *engineer* atau *BIM modeler*, hasil pemodelan objek 3 dimensi AR ini dapat dikembangkan untuk objek-objek tertentu sehingga

didapatkannya bobot terhadap pengawas lapangan sebesar 5 dan bobot terhadap *engineer* atau BIM *modeler* sebesar 4.

**B. Memudahkan Alur Komunikasi Pekerjaan (Parameter 2)**

Dengan penggunaan teknologi berbasis *Augmented Reality* dan *data base document* pelaksanaan kegiatan inspeksi dapat memberikan keefektifan dengan baik. Pengintegrasian hasil inspeksi secara *real time* dapat memberikan efisiensi waktu yang cepat kepada seluruh *stake holder* yang berada dalam proyek tersebut serta tidak mengenal Batasan tempat dan waktu untuk mendapatkan informasi antar satu sama lain. Didapatkannya bobot sebesar 5 dari kedua subjek dalam parameter kemudahan alur komunikasi pekerjaan.

**C. Mengoptimalkan Pekerjaan *Site Inspection* (Parameter 3)**

Menurut pihak *engineer* atau BIM *modeler*, pengimplementasian teknologi berbasis *Augmented Reality* ini sangat dapat mengoptimalkan pelaksanaan kegiatan inspeksi, dikarenakan pemodelan objek 3 dimensi yang diproyeksikan dengan skala 1:1 merupakan objek, data, dan informasi yang akurat serta sudah sesuai dengan pemodelan yang ada pada BIM. Namun menurut pengawas lapangan walau penggunaan *Augmented Reality* dalam pelaksanaan kegiatan inspeksi ini sudah dikatakan baik, terdapat beberapa fitur yang harus ditambahkan seperti pengenalan section antar pembesian sehingga pelaksanaan kegiatan inspeksi dapat dikatakan optimal dengan dibantunya penggunaan teknologi berbasis *Augmented Reality*.

**D. Mengefisiensikan Waktu Pelaksanaan (Parameter 4)**

Menurut pihak *engineer* dan BIM *modeler*, harus adanya pembaharuan metode pekerjaan secara matang sebelum mengimplementasikan teknologi berbasis *Augmented Reality*



dalam suatu proyek. BIM *modeler* harus memahami tata cara pengintegrasian data dan informasi serta metode peletakan kode *barcode* sehingga membutuhkan pengkajian dan pelatihan yang intensif. Namun menurut pengawas lapangan, penggunaan teknologi berbasis *Augmented Reality* sangat dapat mengefisienkan waktu karena keseluruhan dokumen yang dibutuhkan oleh inspektor telah terintegrasi dengan perangkat keras *smartphone*, baik saat melakukan kegiatan inspeksi hingga penginformasian hasil inspeksi dengan dokumen inspeksi digital.

#### **4.3.3 Hasil Analisis Pembahasan Implementasi Teknologi Berbasis *Augmented Reality***

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan mulai dari survey lokasi eksisting proyek hingga pengimplementasian pemodelan objek 3 dimensi berskala 1:1 dengan *Augmented Reality* didapati hasil analisis yang berbeda terhadap parameter yang berbeda dengan pengelompokan subjek yang berbeda. Penelitian ini ditujukan kepada pengelompokan subjek yang berbeda bertujuan untuk mengukur tingkat keefektifan yang diberikan oleh teknologi berbasis *Augmented Reality* terhadap pelaksanaan *site inspection*.

Berdasarkan lampiran 2 penggunaan teknologi berbasis *Augmented Reality* dalam pelaksanaan *site inspection* dapat memberikan kemudahan untuk melakukan kegiatan *checklist*. Hal tersebut dikarenakan proyeksi objek 3 dimensi berskala 1:1 dapat ditampilkan di lokasi objek yang akan diinspeksi, sehingga inspektor dapat menginspeksi sesuai dengan pemodelan yang ada pada BIM. Selain pemodelan yang diberikan oleh BIM, berdasarkan lampiran 2 data dan informasi yang dihasilkan oleh *Augmented Reality* dapat menerjemahkan secara efektif dan efisien, dalam penggunaan satu perangkat keras, seluruh komponen yang digunakan dalam kegiatan inspeksi dapat digunakan dengan efektif.

Selain kegiatan *site inspection*, berdasarkan lampiran 2 bahwa penggunaan teknologi berbasis *Augmented Reality* dapat membantu mengurangi kesalahan kerja yang kerap terjadi pada kegiatan *site inspection*. Dokumen inspeksi digital yang telah terintegrasi sangat membantu untuk menanggulangi permasalahan terhadap lembar dokumen inspeksi secara konvensional. Kesalahan tersebut seperti hilangnya dokumen, membutuhkan waktu untuk pencarian dokumen, atau rusaknya lembar dokumen inspeksi yang masih bermedia kertas. Selain itu, menurut narasumber 1 yang dijelaskan pada lampiran 2 penggunaan dokumen inspeksi digital juga mendukung system *eco living* yaitu dengan mengurangi penggunaan kertas dengan kata lain mengurangi penebangan pohon untuk dijadikan media kertas.

Berdasarkan perhitungan yang telah diolah menggunakan metode *maximum likelihood*, analisis terhadap kecenderungan parameter terhadap subjek yang berbeda telah didapati total bobot sebesar 4.75 untuk pihak *engineer/BIM modeler* serta total bobot sebesar 4.81 untuk pihak pengawas lapangan/*Quality Control* (QC). Didapatkan total bobot yang lebih besar terhadap pihak pengawas lapangan/QC dikarenakan pemodelan yang disajikan oleh *Augmented Reality* telah sesuai dengan yang ada pada BIM, data dan informasi yang disajikan sudah cukup lengkap, perangkat lunak yang mudah dipahami, dan dokumen inspeksi digital sehingga tidak perlu menggunakan metode konvensional kembali. Menurut pihak *engineer/BIM modeler* walau hanya berbeda 0.06 dari total bobot, penggunaan teknologi berbasis *Augmented Reality* ini perlu adanya metode yang diperbaharui baik untuk pengintegrasian data BIM dengan perangkat lunak Unity dan penempatan kode *barcode* di lapangan. Hal tersebut perlu adanya adaptasi untuk dapat diimplementasikan secara menyeluruh dalam bidang konstruksi.

Perbedaan yang didapati dari hasil analisis keefektifan penggunaan teknologi berbasis *Augmented Reality* terhadap pihak *engineer/BIM modeler* dan pengawas lapangan/QC dikarenakan tingkat pemahaman terhadap pemodelan berbasis BIM itu sendiri. Pengguna BIM akan mendetailkan pemodelan yang ditampilkan oleh *Augmented Reality* lebih mendalam dengan fitur-fitur yang ada pada perangkat lunak berbasis BIM, dimana pemodelann

pada *Augmented Reality* sendiri belum dapat menampilkan fitur-fitur secara menyeluruh sesuai yang ada pada BIM. Pengawas lapangan/QC mendapatkan hasil bobot penilaian lebih besar dikarenakan kurangnya pemahaman pada perangkat lunak berbasis BIM, sehingga pihak pengawas lapangan/QC teknologi berbasis *Augmented Reality* berdasarkan objek visual yang diproyeksikan dan dokumen inspeksi digital.

