

## **BAB IV**

### **HASIL PEMBAHASAN**

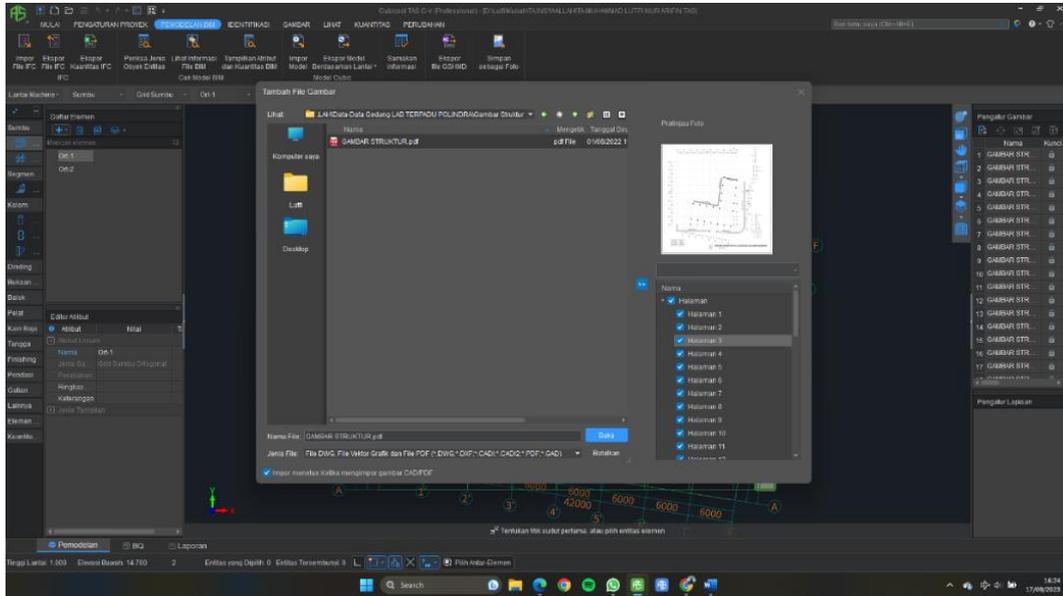
#### **4.1 Penerapan *Quantity Take off* berbasis *3D Modeling* BIM**

Pada penerapan *quantity take off* dalam penelitian ini dimulai dengan memproyeksikan gambar 2D dari DED struktural metode konvensional proyek pada perangkat lunak BIM. Perangkat lunak BIM yang digunakan pada penelitian ini untuk melakukan *quantity take off* yaitu *Cubicost TAS* sebagai *quantity take off* pekerjaan struktur sedangkan *Cubicost TRB* sebagai *quantity take off* pekerjaan pembesian. Hasil dalam penerapan ini berupa model 3D bangunan yang digunakan diantaranya adalah untuk melakukan *early review* terhadap bangunan, volume material dari tiap item pekerjaan untuk menyusun besar bobot pekerjaan dan besar biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan proyek serta untuk menyusun *time schedule*. *3D modeling* bangunan ini dilakukan dengan sedetail mungkin sehingga informasi yang didapat mengenai bangunan tersebut akurat karena jika model yang dibuat tidak sesuai dengan seharusnya, maka hasil *quantity take off* yang didapat juga tidak akurat.

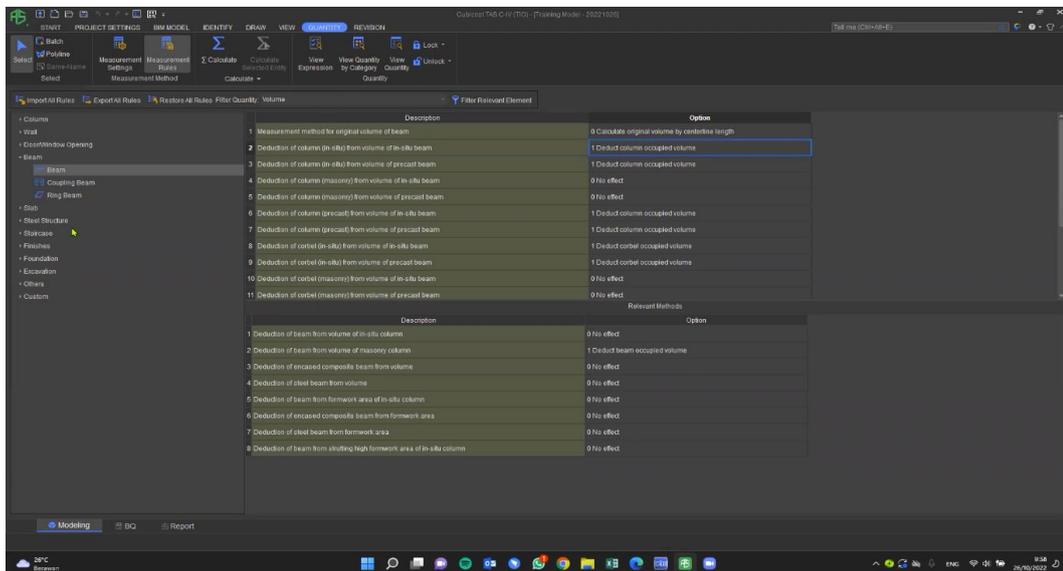
##### **4.1.1 *Modeling* Struktur Bangunan dengan *Cubicost TAS***

Proses *modeling* struktur meliputi item pekerjaan *bored pile*, *pile cap*, *sloof*, kolom, balok, dan plat lantai. Dalam pemodelan struktur ini perlu dipastikan ukuran item pekerjaan itu harus sesuai ukuran yang terdapat pada DED. Tahapan awal dalam *modeling* struktur perlu integrasi antara DED struktur proyek yang berformat DWG/PDF dengan *Cubicost TAS* untuk memastikan pemodelan secara akurat. *Modeling* struktur dimulai dari pekerjaan *bored pile*, *pile cap*, *sloof*, kolom, balok, dan plat lantai kemudian diulang setiap lantainya. Tahapan dari *modeling* struktur

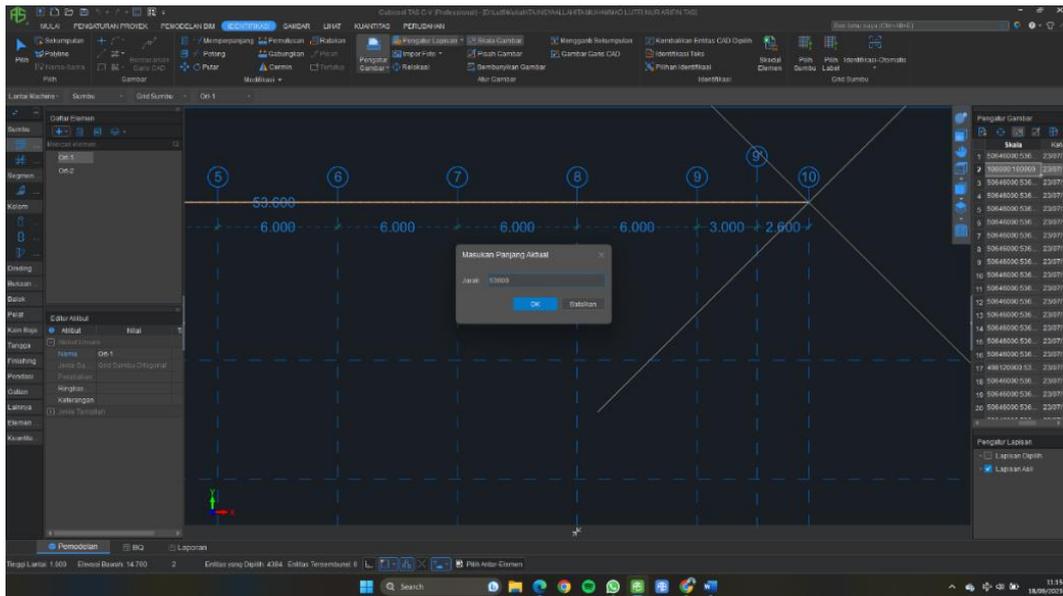
pada *software Cubicost TAS* dimulai dengan *import* gambar CAD yang berformat PDF pada *software Cubicost TAS* serta mengatur skala gambar CAD dan mengatur juga elevasi setiap lantai pada pengaturan lantai.



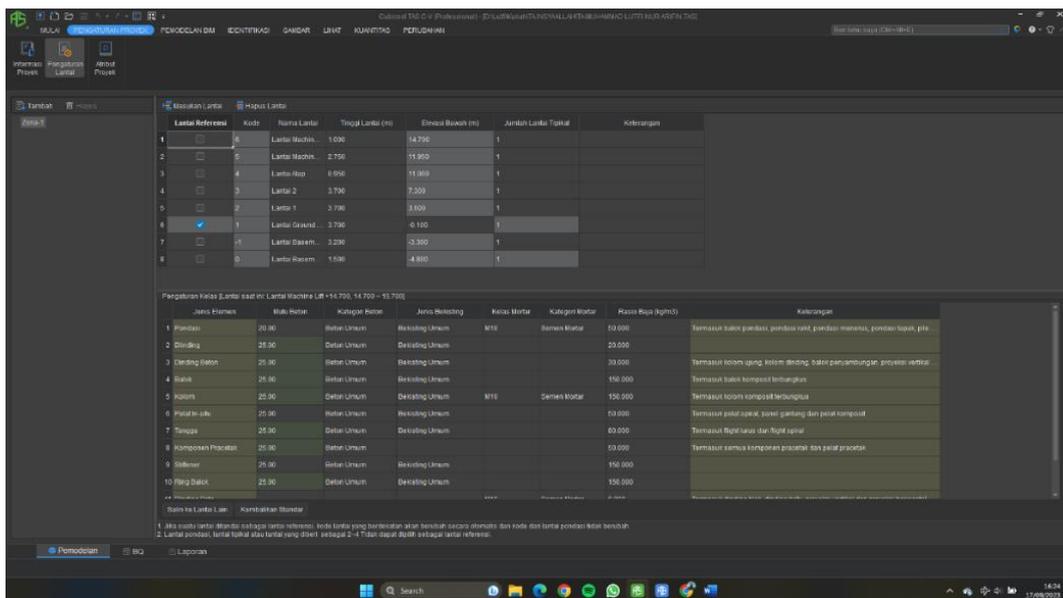
Gambar 4. 1 *Import CAD DED Struktur Format PDF* dalam *Software Cubicost TAS*



Gambar 4. 2 Mengatur Prioritas Volume Elemen Pekerjaan dalam *Software Cubicost TAS*

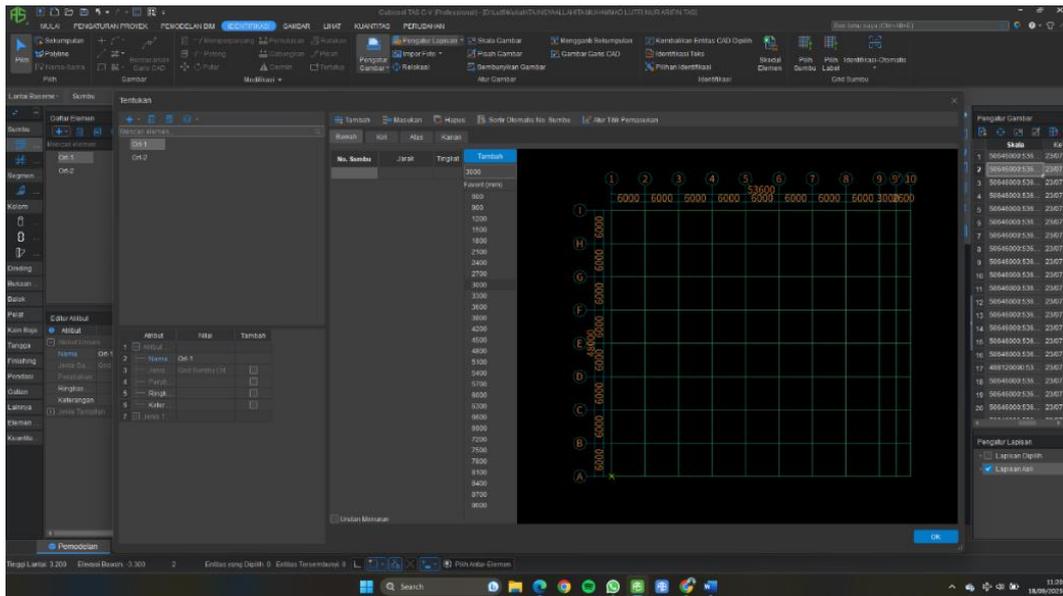


Gambar 4. 3 Mengatur Skala Gambar CAD dalam *Software Cubicost TAS*



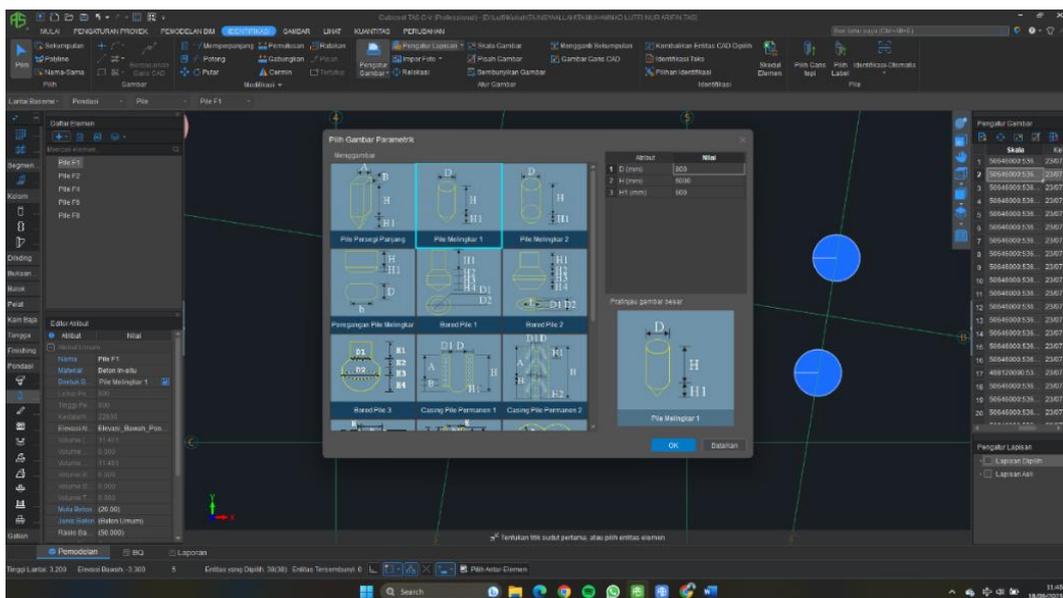
Gambar 4. 4 Pengaturan Lantai dalam *Software Cobucost TAS*

Setelah tahap import gambar CAD dan sesuai dengan skala serta elevasinya yang diinginkan, tahapan *modeling* dilanjutkan dengan membuat grid dengan jarak antar grid disesuaikan dengan gambar CAD. Grid ini yang akan menjadi acuan dalam menentukan jarak antara elemen.

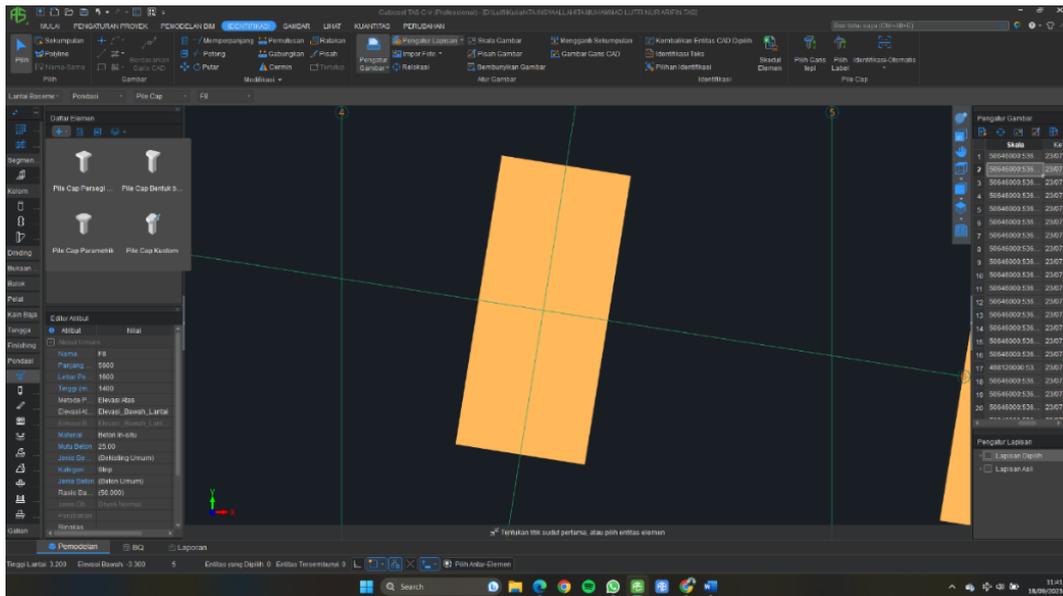


Gambar 4. 5 Membuat Grid dalam *Software Cubicost TAS*

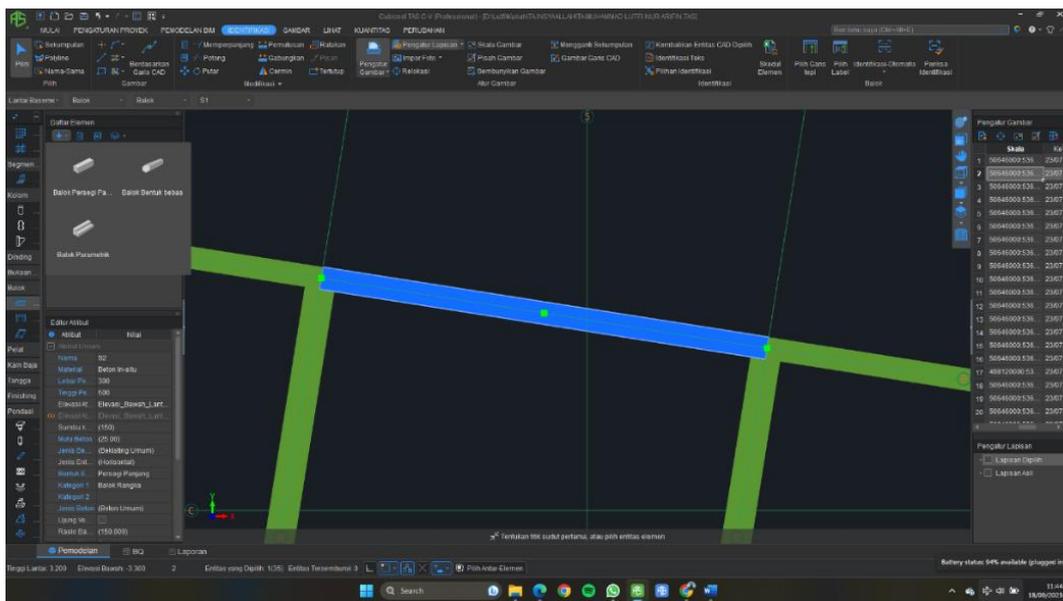
Tahapan selanjutnya dengan memulai *modeling* elemen struktur bagian fondasi yaitu *bored pile*, *pile cap*, dan *sloof* berdasarkan dengan denah serta detail gambar fondasi CAD. Ukuran *bored pile*, *pilecap* dan *sloof* telah disesuaikan berdasarkan jenisnya pada menu daftar elemen dan mengubah ukurannya pada menu editor atribut.



Gambar 4. 6 *Modeling* Elemen *Bored Pile* dalam *Software Cubicost TAS*



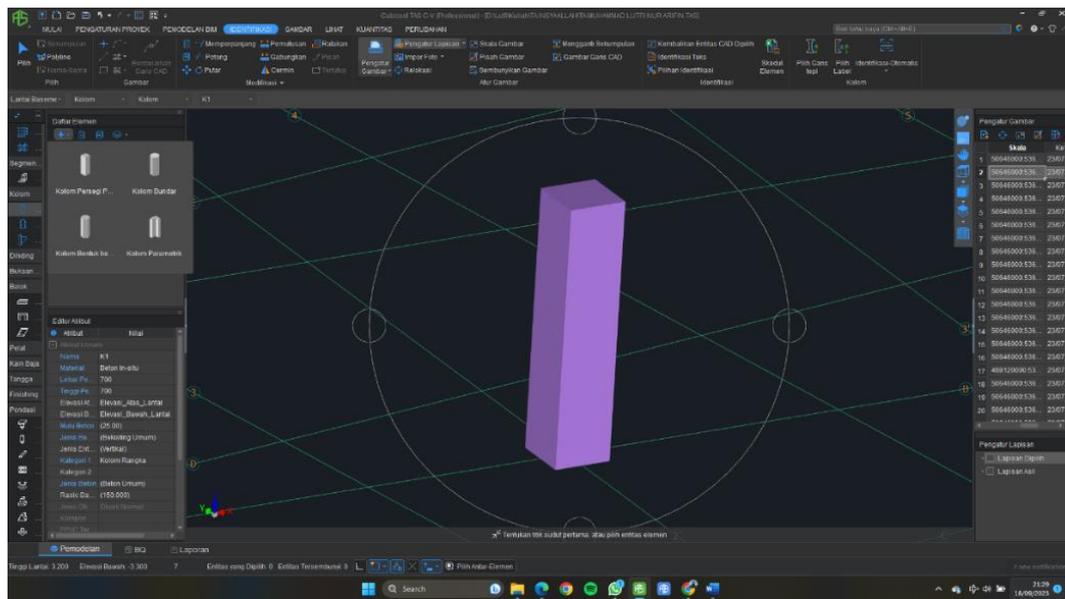
Gambar 4. 7 *Modeling* Elemen *Pile Cap* dalam *Software Cubicost TAS*



Gambar 4. 8 *Modeling* Elemen *Sloof* dalam *Software Cubicost TAS*

Setelah *modeling* semua elemen *bored pile*, *pile cap*, dan *sloof* selesai dengan sesuai dan jenis maupun lokasinya, *modelling* struktur dilanjutkan dengan elemen kolom. Kolom merupakan elemen vertikal jadi ketika *modeling* dalam *software Cubicost TAS* tidak perlu mendefinisikan ketinggiannya dikarenakan sudah otomatis teratur sesuai dengan pengaturan lantai yang dilakukan pada

tahapan awal dalam *modeling* pada *software Cubicost TAS* sebelumnya. Seperti halnya dengan *modeling* elemen *bored pile*, *pile cap*, dan *sloof*, perlu juga dipastikan untuk *modeling* kolom dengan jenis, lokasi dan ukuran yang sesuai pada gambar DED struktur.

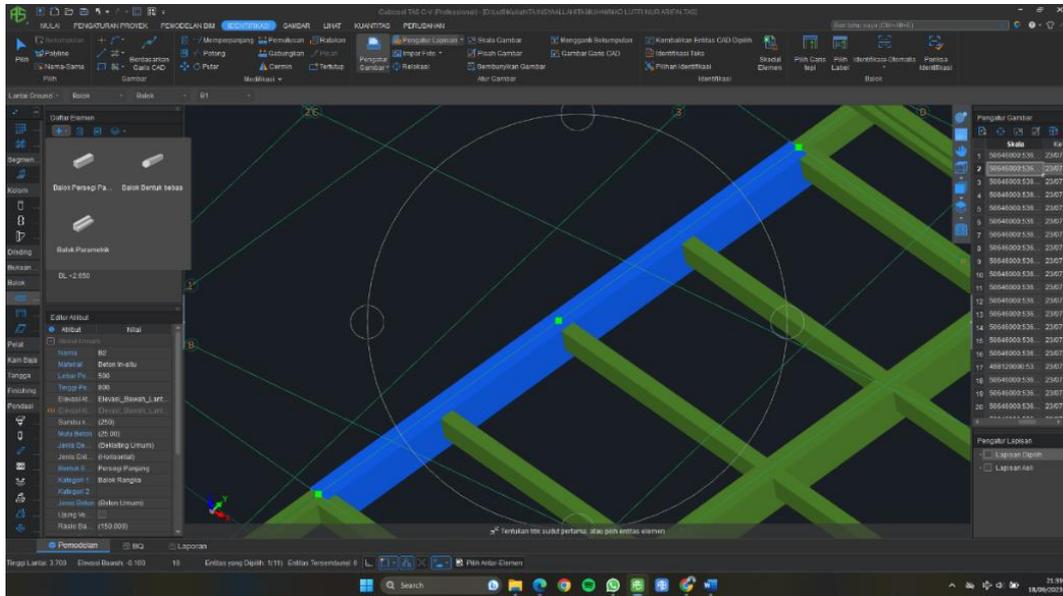


Gambar 4. 9 *Modeling* Elemen Kolom dalam *Software Cubicost TAS*

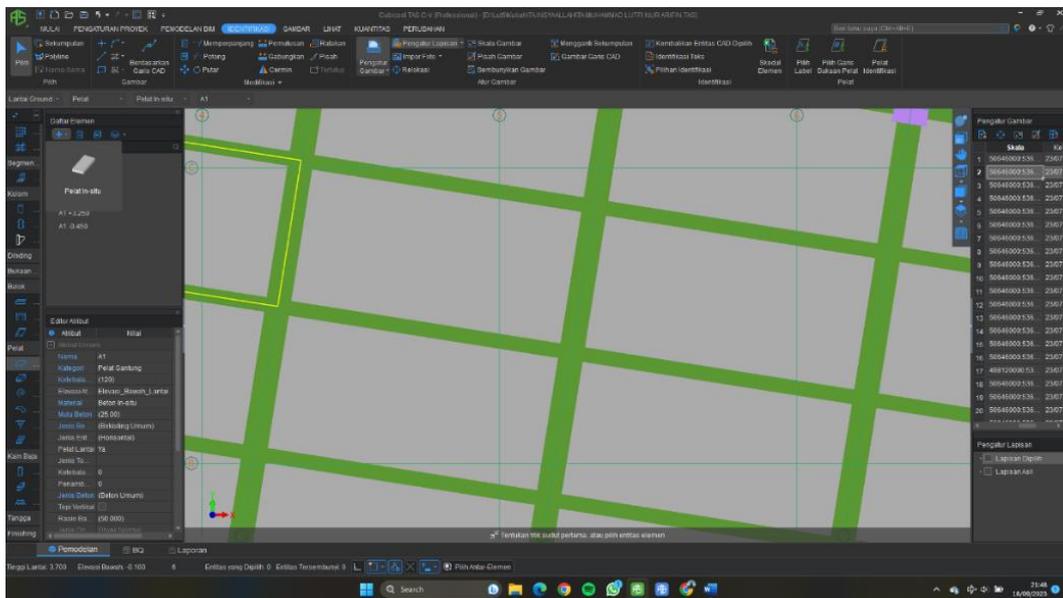
*Modeling* elemen kolom selesai sesuai dengan jenis dan lokasinya seperti pada gambar DED struktur, elemen selanjutnya yaitu balok. Dalam *modeling* elemen balok hampir sama dengan *modeling* elemen *sloof* sebelumnya, tahapannya klasifikasikan terlebih dahulu setiap jenis – jenis balok pada daftar elemen sesuai dengan pada gambar DED struktur, lalu kemudian merubah ukurannya pada menu editor atribut.

*Modeling* struktur bangunan dilanjutkan dengan *modeling* elemen plat lantai dengan metode yang sama yaitu mengklasifikasikan setiap jenisnya dan mengubah editor atribut sesuai dengan ketebalan yang terdapat pada DED konvensional untuk menerjemahkannya menjadi informasi geometris dalam

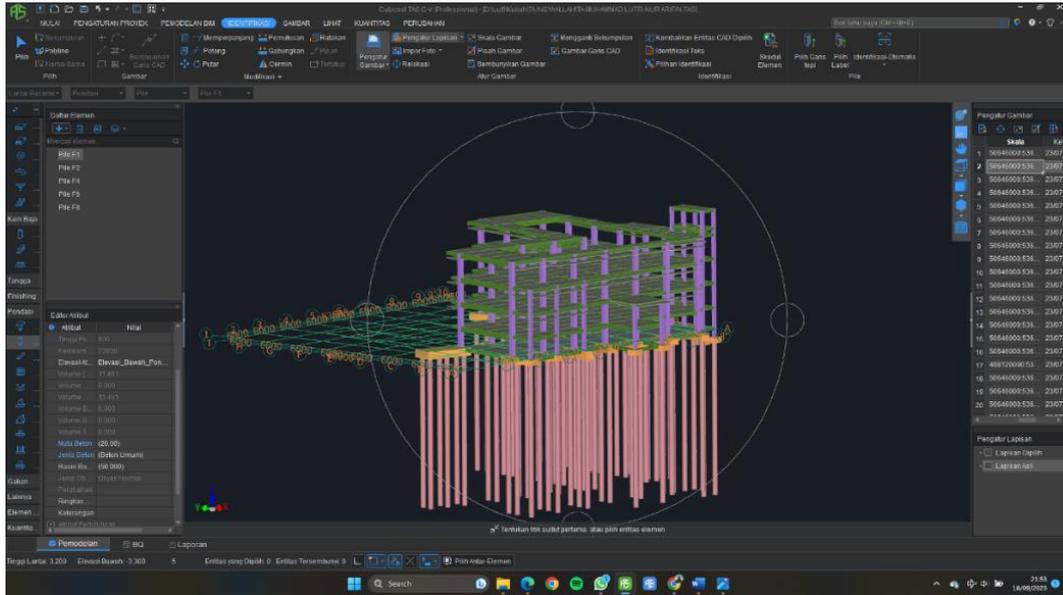
software Cubicost TAS. Tahapan ini diulang pada tiap lantainya sehingga didapat output pemodelan sebagai berikut.



Gambar 4. 10 *Modeling* Elemen Balok dalam Software Cubicost TAS



Gambar 4. 11 *Modeling* Elemen Plat Lantai dalam Software Cubicost TAS

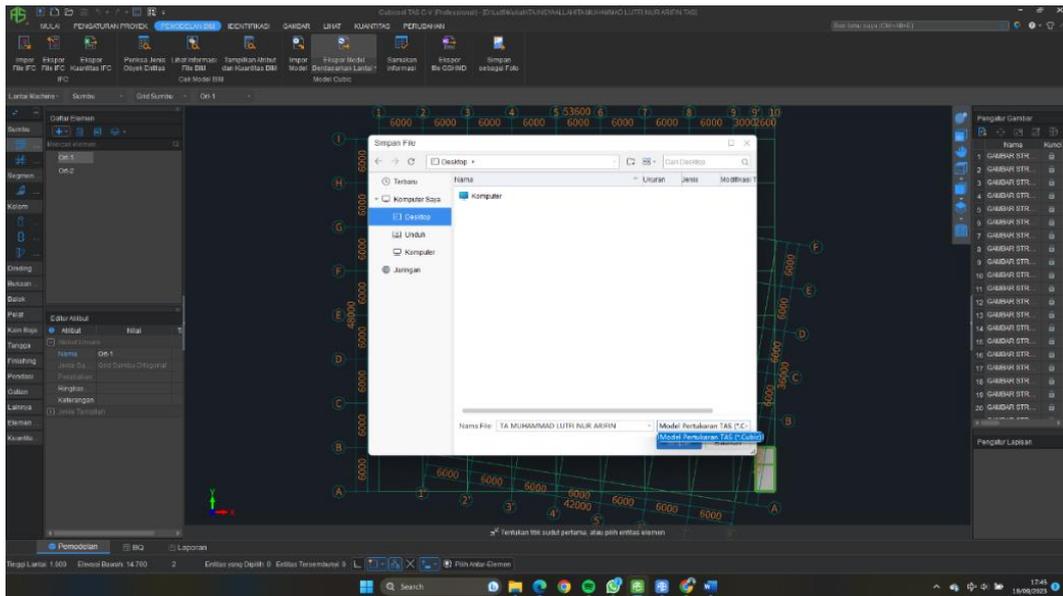


Gambar 4. 12 Isometri *Modeling* Struktur dalam *Software Cubicost TAS*

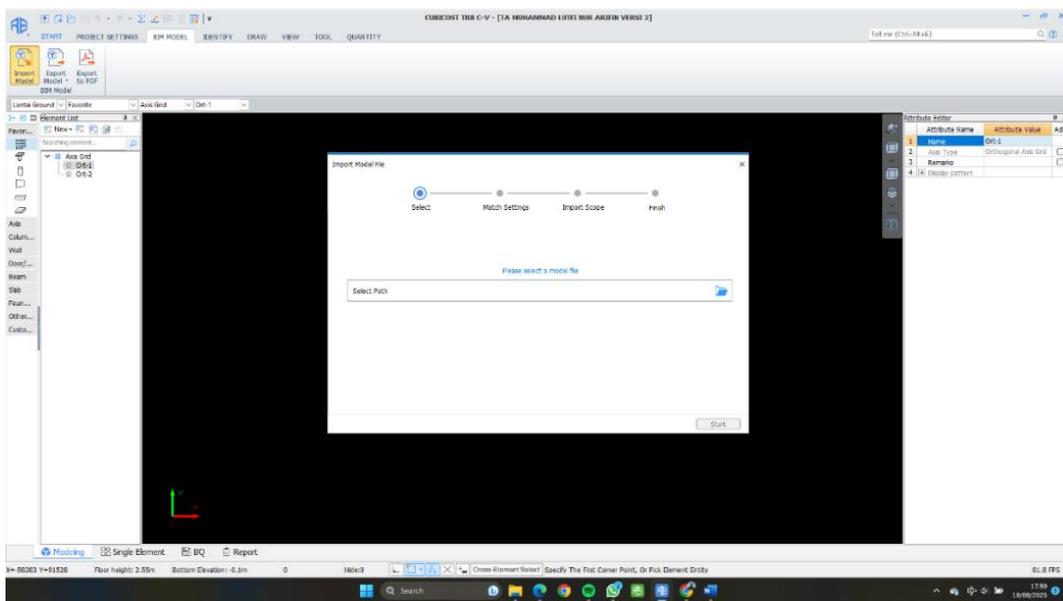
#### 4.1.2 Pembesian Tulangan dengan *Cubicost TRB*

Pembesian tulangan bangunan menggunakan *software* yang berbasis BIM dalam *modeling* penulangan pekerjaan struktur ialah dengan menggunakan integrasi diantara *software* BIM dengan *software* BIM lainnya yaitu antara *Cubicost TAS* dengan *Cubicost TRB*.

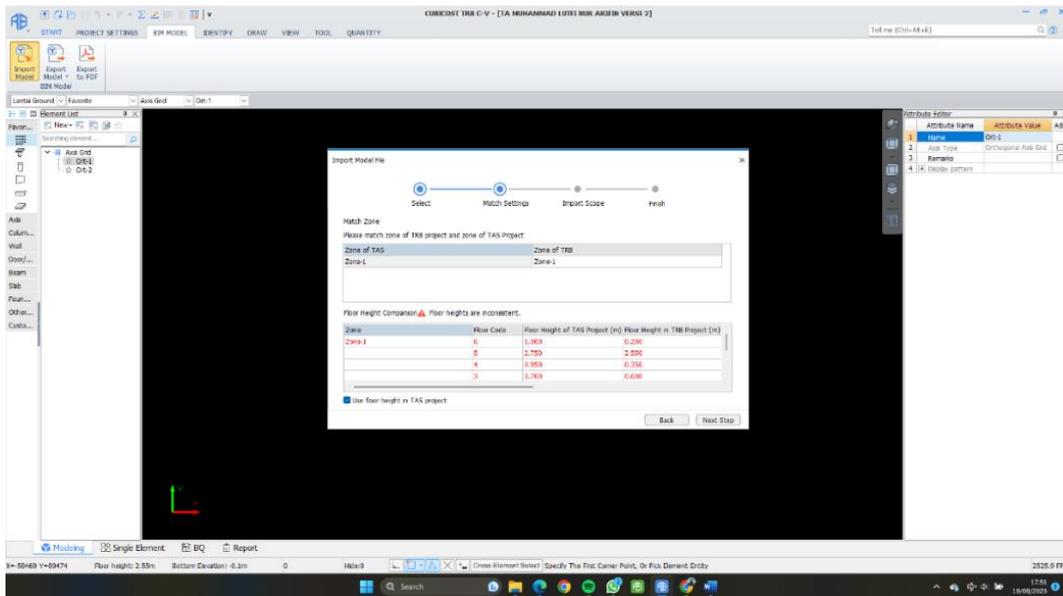
Tahapan pertama yang dilakukan yaitu mengintegrasikan hasil dari *modeling Cubicost TAS* pada *modeling Cubicost TRB* dengan cara *export* terlebih dahulu model 3D pada *Cubicost TAS* lalu *save file* dengan format *cubic*. Tahapan berikutnya buka *software Cubicost TRB* lalu kemudian *import file* berformat *cubic* yang sebelumnya disimpan lalu tunggu hingga *import* selesai dilakukan. Setelah *import* selesai dilakukan sinkronisasi elemen – elemen yang akan di integrasikan dan sinkronisasi elevasi lantai pada *software Cubicost TAS* dengan mencentang elemen – elemen yang dipilih kemudian klik *next step*, setelah itu sesuaikan elevasi lantai sesuai dengan elevasi pada *software Cubicost TAS* lalu klik selesai.



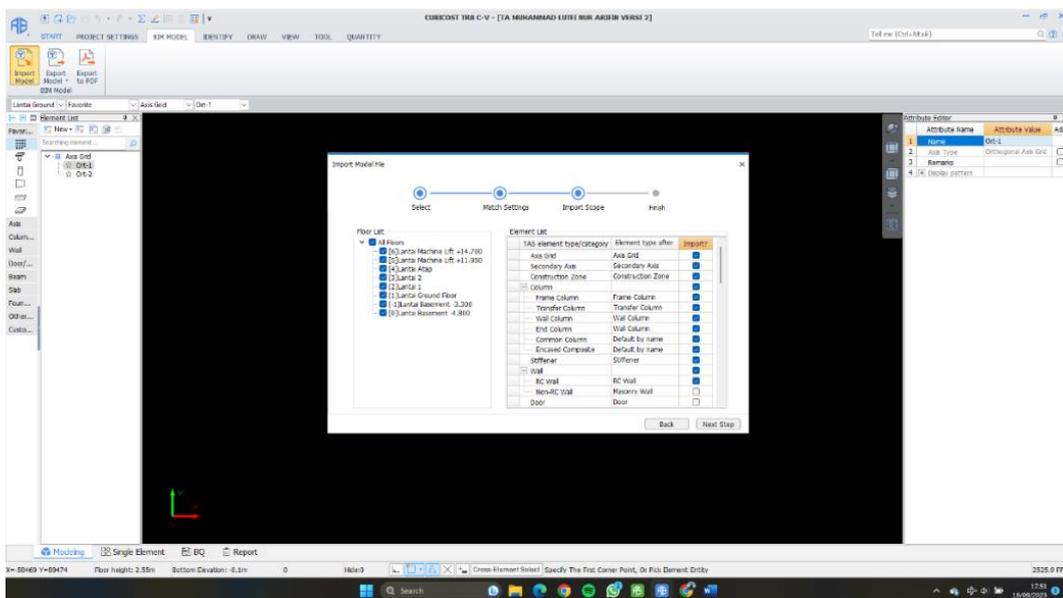
Gambar 4. 13 *Export File Hasil Modeling dalam Software Cubicost TAS*



Gambar 4. 14 *Import File Hasil Modeling Software Cubicost TAS dalam Software Cubicost TRB*

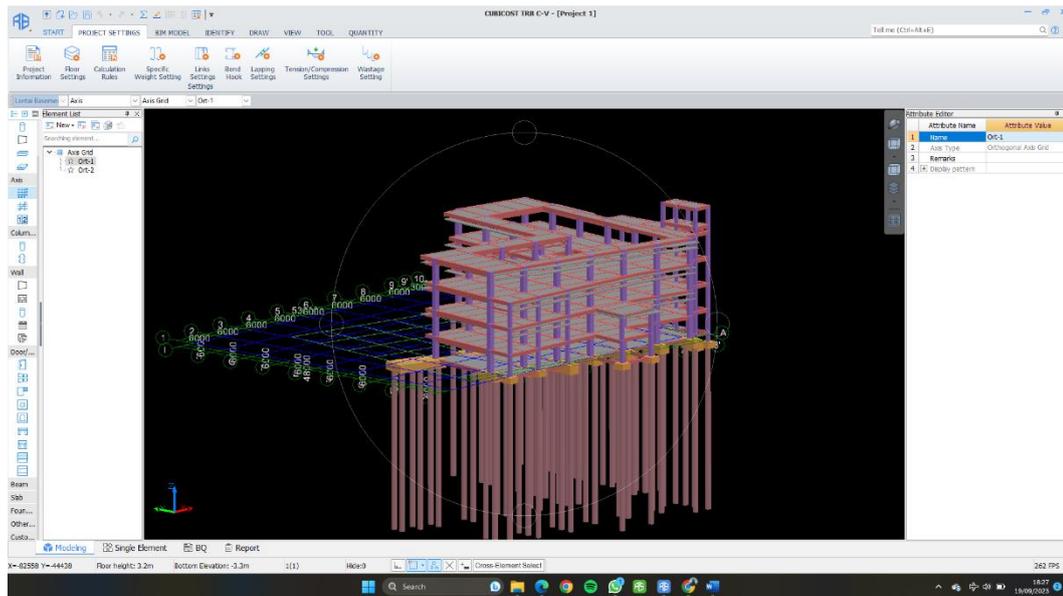


Gambar 4. 15 Sinkronisasi Elevasi Lantai dalam *Software Cubicost TRB*



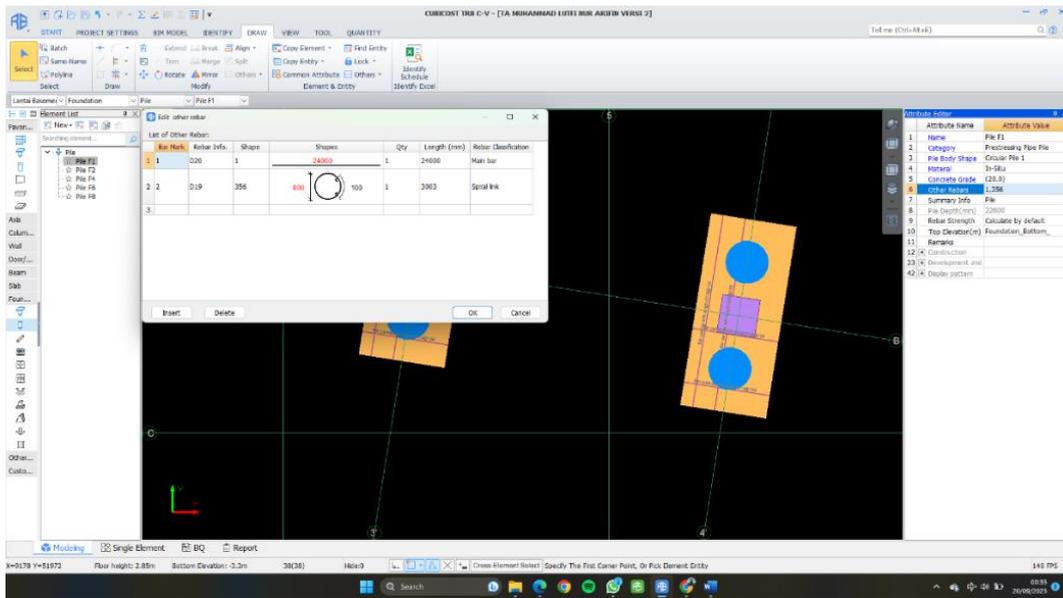
Gambar 4. 16 Sinkronisasi Elemen dalam *Software Cubicost TRB*

Hasil *modeling* struktur dari *Cubicost TAS* akan langsung ada pada tampilan *Cubicost TRB* secara otomatis setelah terintegrasi. Hasil dari integrasi antara *Cubicost TAS* dengan *Cubicost TRB* dapat dilihat sebagai berikut.

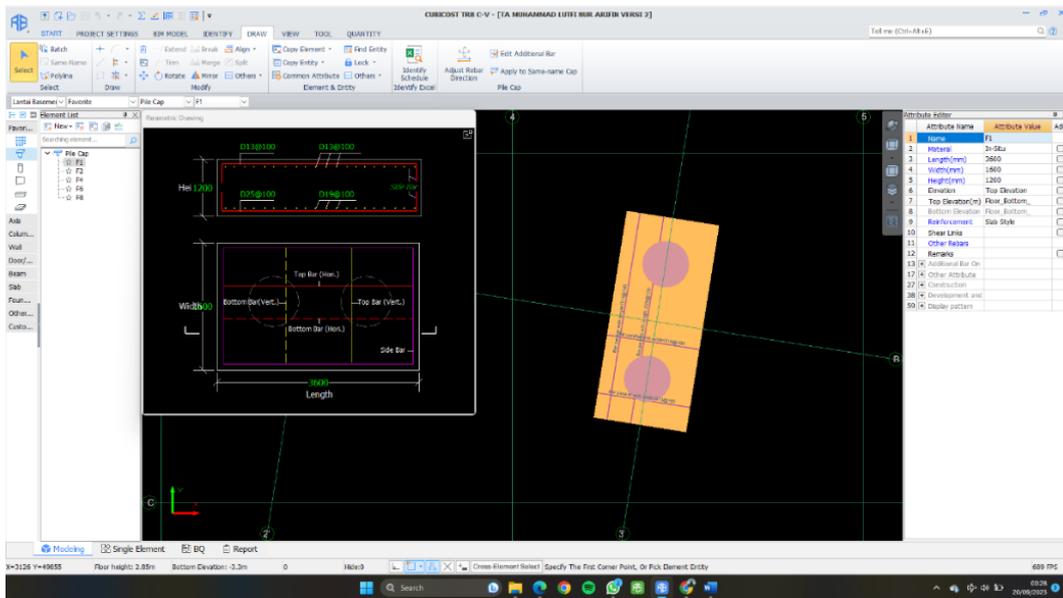


Gambar 4. 17 Hasil Integrasi *File Modeling* Struktur *Software Cubicost TAS* dalam *Software Cubicost TRB*

Setelah proses integrasi selesai kemudian tahapan selanjutnya dalam *modeling* pembedaan tulangan dengan dimulai penulangan *bored pile* dan *pile cap* terlebih dahulu. Dalam *software Cubicost TRB* untuk *input* tidak perlu mengklasifikasikan kembali jenis elemen pekerjaannya, karena sudah terdefinisi melalui proses integrasi dari *software Cubicost TAS* sebelumnya. Dalam *software Cubicost TRB* hanya langsung meng-*input* pembedaan tulangan terhadap setiap elemennya, untuk *input* tulangan pada elemen *bored pile* dan *pile cap* menggunakan fitur *Edit Section* dalam *Menu Editor Atribut*, tampilan tersebut diisi dengan informasi jenis dan lokasi tulangan sesuai informasi tulangan pada gambar CAD struktur.



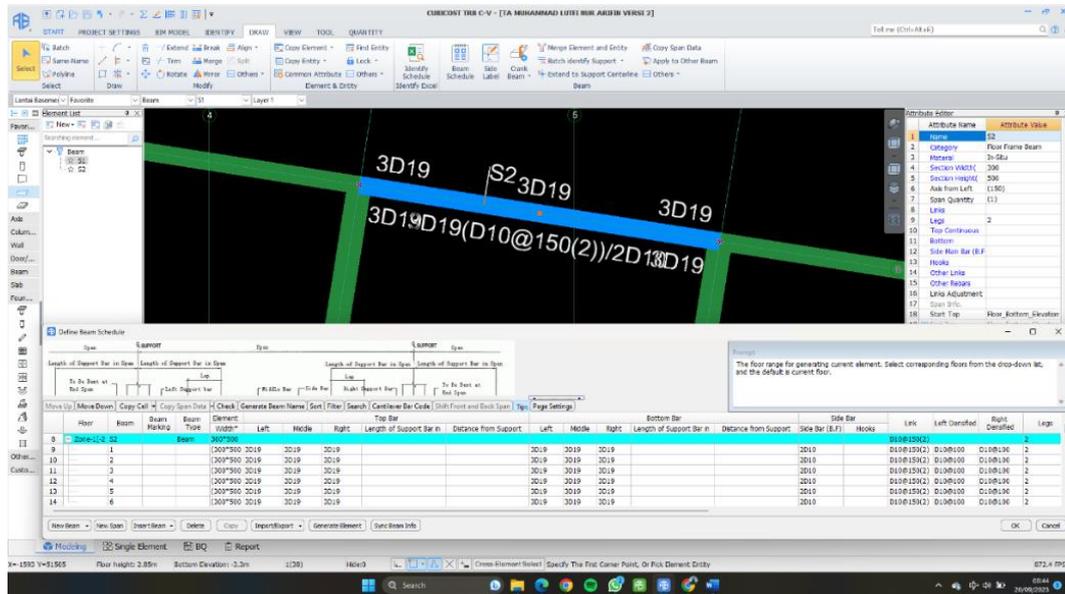
Gambar 4. 18 *Input Tulangan Bored Pile dalam Software Cubicost TRB*



Gambar 4. 19 *Input Tulangan Pile Cap dalam Software Cubicost TRB*

*Input* semua tulangan elemen *bored pile* dan *pile cap* sudah selesai, dilanjutkan dengan memasukkan tulangan untuk elemen *sloof*. *Input* tulangan elemen *sloof* itu berbeda dengan cara *input* tulangan *bored pile* maupun *pile cap* dikarenakan *sloof* merupakan jenis balok dan elemen *horizontal*, maka untuk *input*

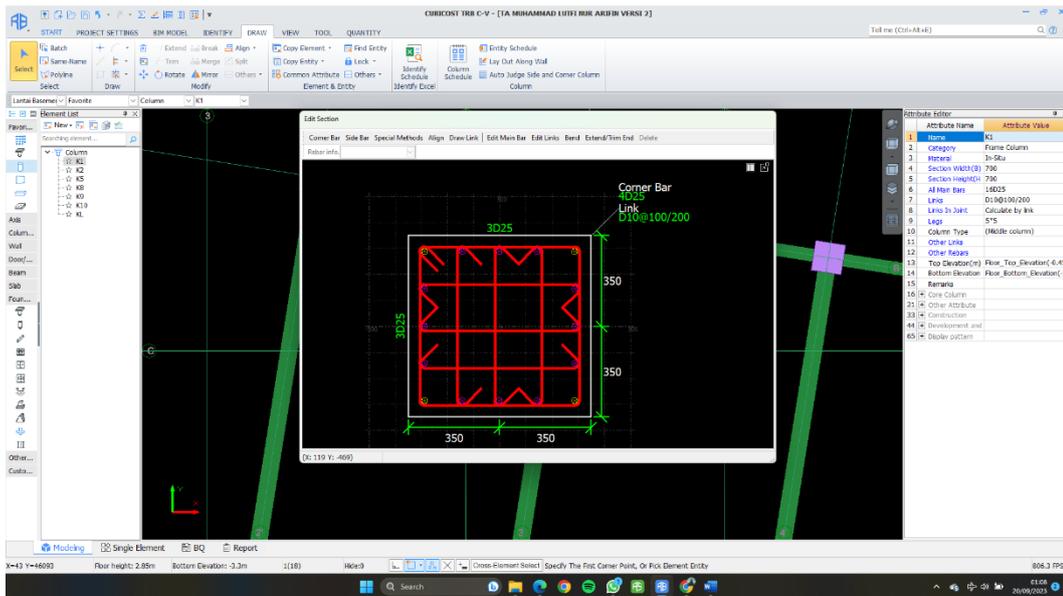
tulangan dilakukan dengan menggunakan fitur *Side Label*. *Modeling* tulangan elemen *sloof* dapat disesuaikan dengan detail tulangan *sloof* pada DED.



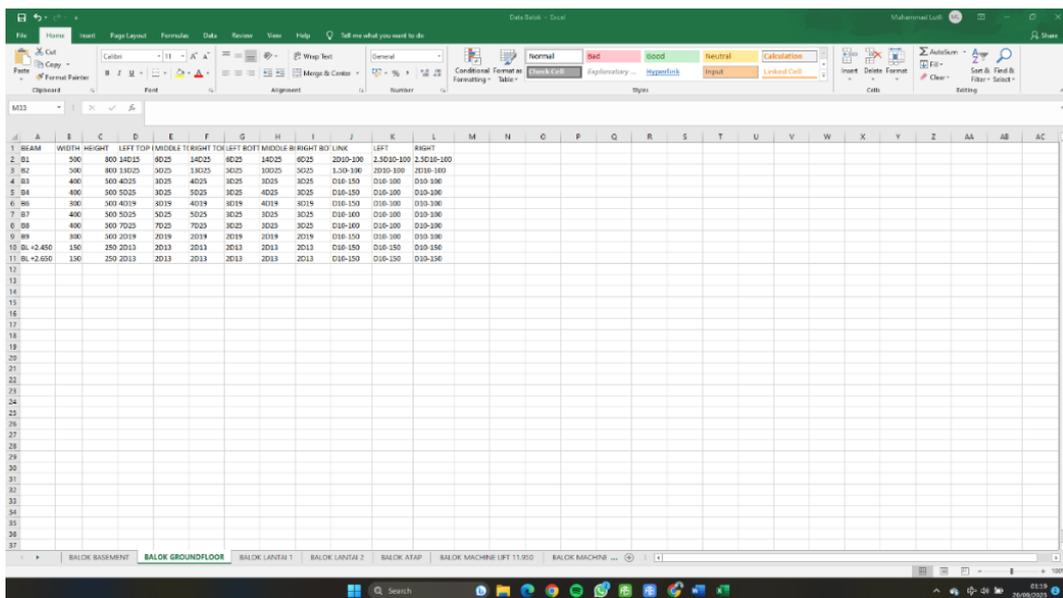
Gambar 4. 20 *Input* Tulangan *Sloof* dalam *Software Cubicost TRB*

*Modeling* tulangan elemen *sloof* sudah selesai semuanya dilanjutkan dengan *input* tulangan elemen kolom. Pada elemen kolom untuk *input* tulangannya sama dengan cara *input* tulangan *pile cap* yaitu menggunakan fitur *Edit Section* dalam *Menu Editor Atribut*. *Input* penulangan kolom menyesuaikan dengan jumlah, jenis, detail tulangan kolom pada DED seperti pada Gambar 4.21.

Tahap selanjutnya setelah *input* tulangan kolom selesai semuanya, dilanjutkan pada *modeling* tulangan elemen balok. Penulangan elemen balok ini dilakukan dengan identifikasi otomatis melalui fitur *Identify Schedule*. Sebelum melakukan *Identify Schedule* dilakukan terlebih dahulu pemindahan informasi penjadwalan balok dari gambar struktur ke *software Microsoft Excel* dengan format sesuai fitur *Side Label* yang ada dalam *software Cubicost TRB*.

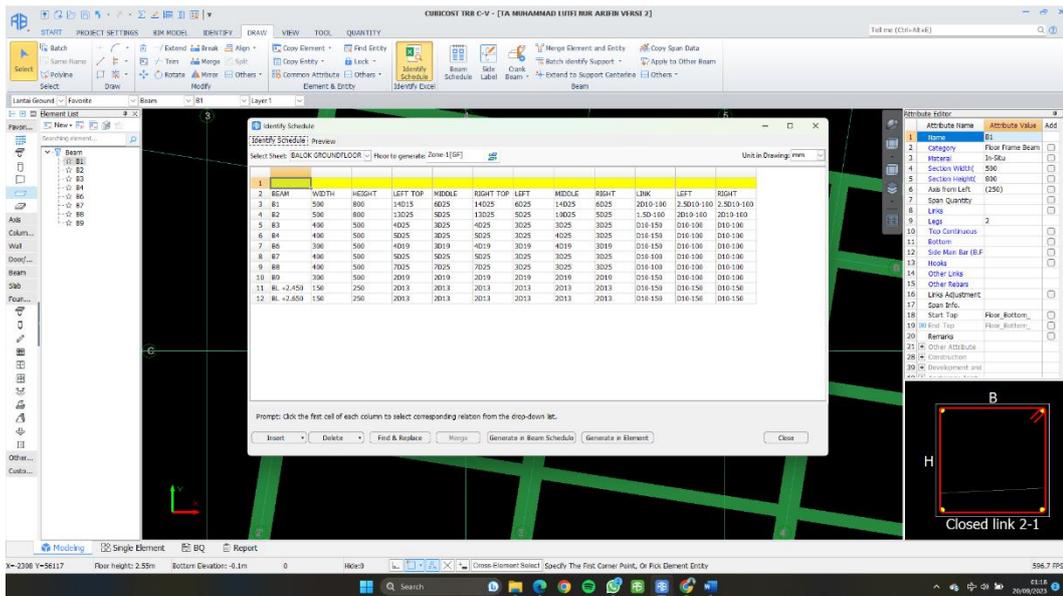


Gambar 4. 21 Input Tulangan Kolom dalam Software Cubicost TRB

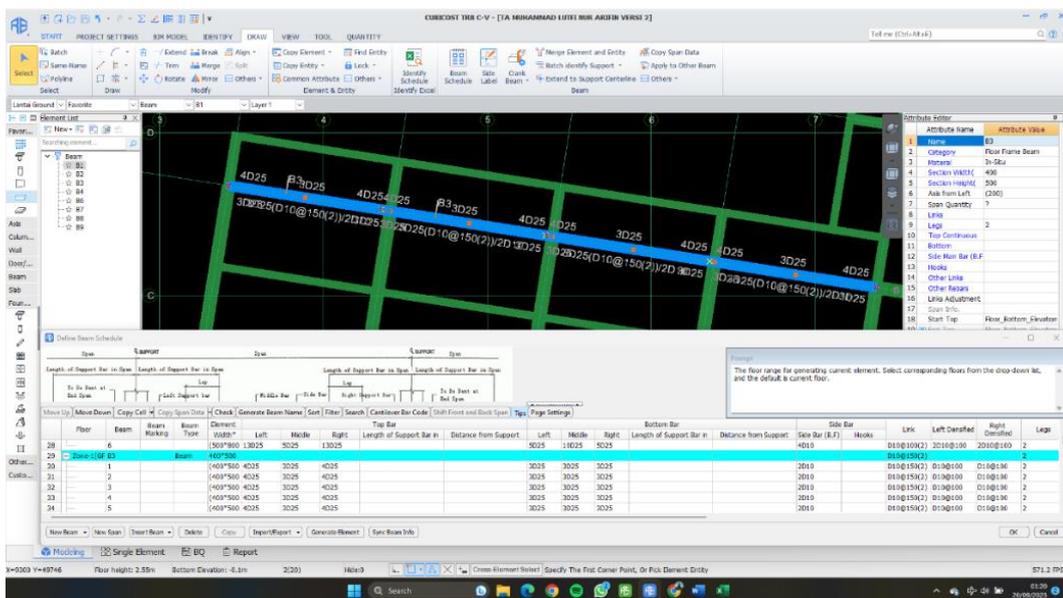


Gambar 4. 22 Schedule Balok dalam Software Microsoft Excel

Setelah diidentifikasi, *schedule* balok akan ter-input secara otomatis pada software Cubicost TRB dan dapat langsung dilakukan sinkronisasi antara *schedule* balok hasil identifikasi ke fitur *schedule* balok dalam software Cubicost TRB. Tulangan balok pun akan ter-input pada model secara otomatis. Hasil sinkronisasi *schedule* dan input pemodelan tulangan balok sebagai berikut.



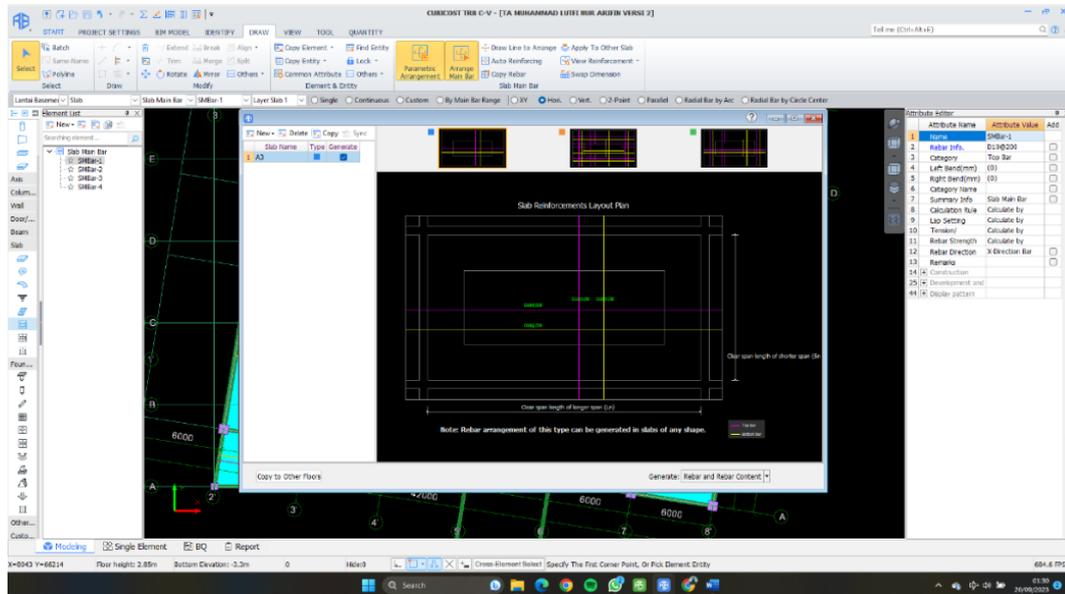
Gambar 4. 23 Identifikasi *Schedule* Balok dalam *Software Cubicost TRB*



Gambar 4. 24 Hasil Sinkronisasi *Schedule* Balok dan *Input* Tulangan Balok dalam *Software Cubicost TRB*

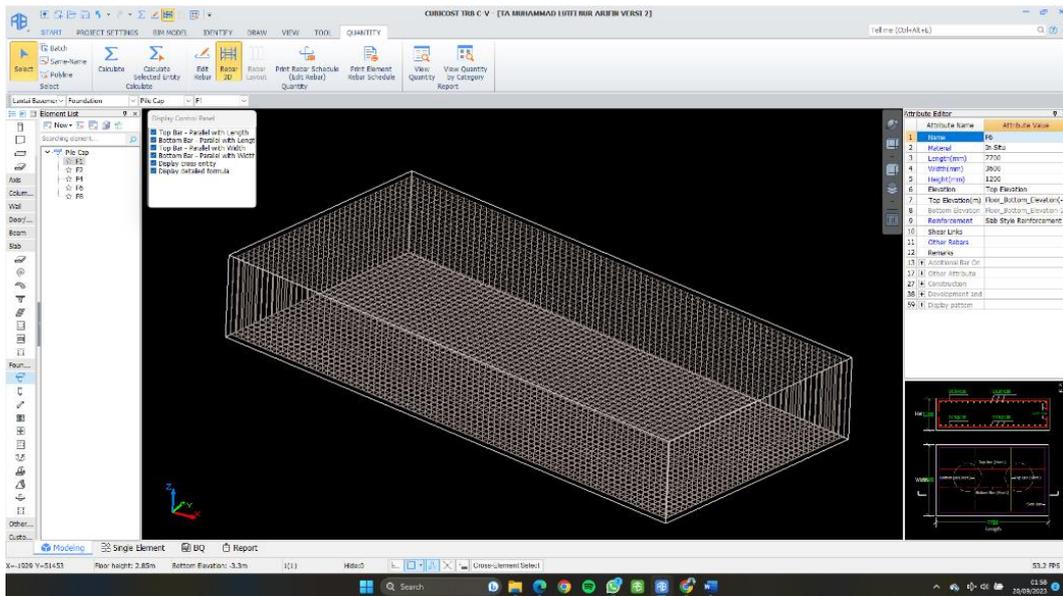
*Input* tulangan dilanjutkan pada elemen plat lantai, untuk *input* tulangan elemen plat lantai berbeda dengan pemodelan tulangan – tulangan sebelumnya. Dalam penulangan plat lantai, pertama ditentukan terlebih dahulu model penulangan plat lantai yang dipakai pada fitur *Parametric Arrangement* dalam *Slab*

*Main Bar*. Setelah ditentukan model penulangan, *input* tulangan dapat dilakukan langsung sesuai dengan detail dana lokasi tulangan yang ada dalam DED.

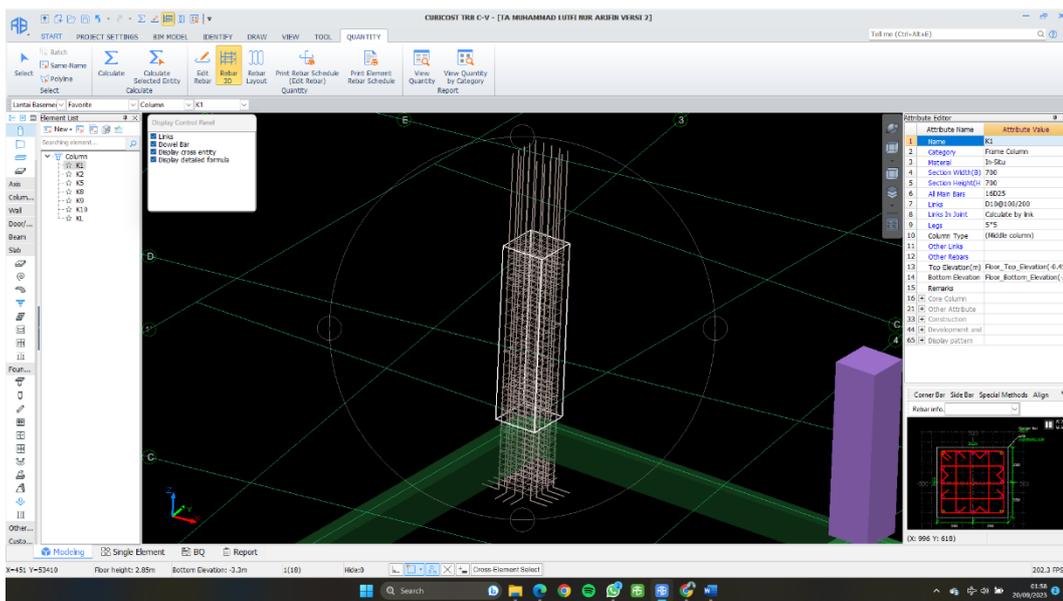


Gambar 4. 25 *Input* Tulangan Plat Lantai dalam *Software Cubicost TRB*

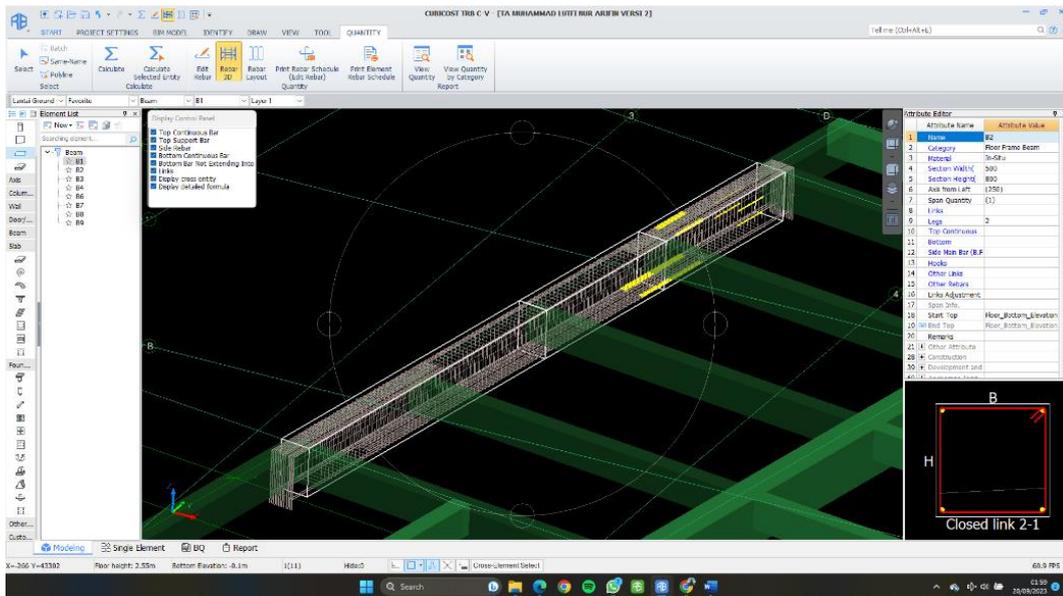
Setelah semua tahapan *input* penulangan selesai pada setiap elemen strukturnya, tahapan berikutnya adalah meng-*copy* elemen struktur yang sama telah di-*input* pada lantai - lantai selanjutnya sehingga semuanya selesai. Dalam *software Cubicost TRB* juga bisa melakukan *early review* setelah semua input tulangan selesai dilakukan untuk kembali mengecek apakah semua input yang dilakukan telah sesuai yang direncanakan. *Early review* dalam *software Cubicost TRB* melakukan penglihatan secara per-satu lantai, per-elemen yang ingin dimunculkan dan juga secara keseluruhan dari lantai beserta elemennya dari bagian pondasi hingga bagian lantai atas agar pengecekan bisa dilakukan secara detail maupun maksimal sesuai dengan yang diharapkan.



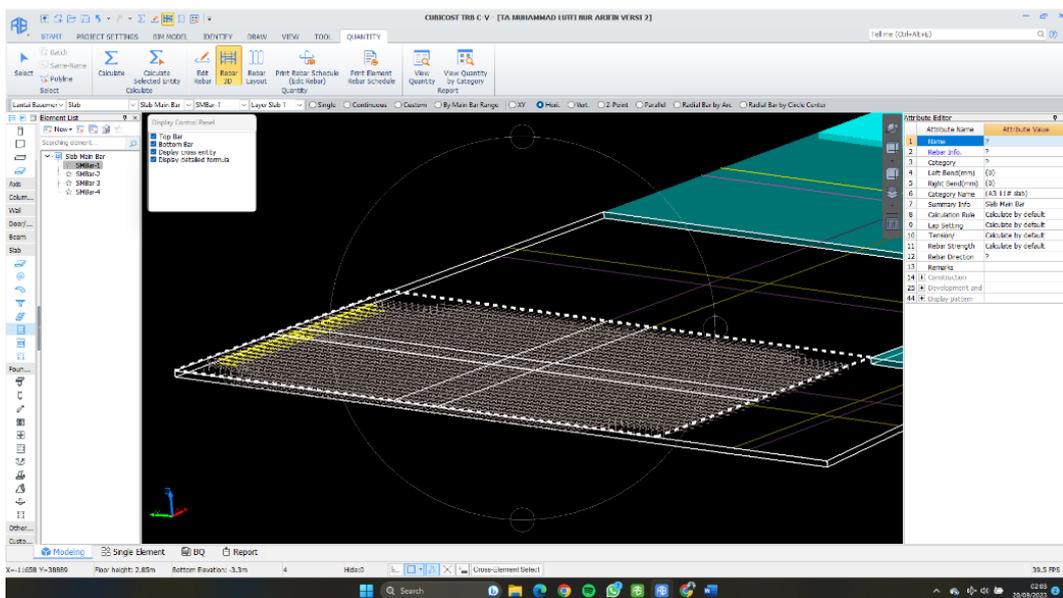
Gambar 4. 26 Hasil *Input* Penulangan *Pile Cap* dalam *Software Cubicost TRB*



Gambar 4. 27 Hasil *Input* Penulangan Kolom dalam *Software Cubicost TRB*



Gambar 4. 28 Hasil *Input* Penulangan Balok dalam *Software Cubicost TRB*



Gambar 4. 29 Hasil *Input* Penulangan Plat Lantai dalam *Software Cubicost TRB*

### 4.1.3 *Quantity Take off Material*

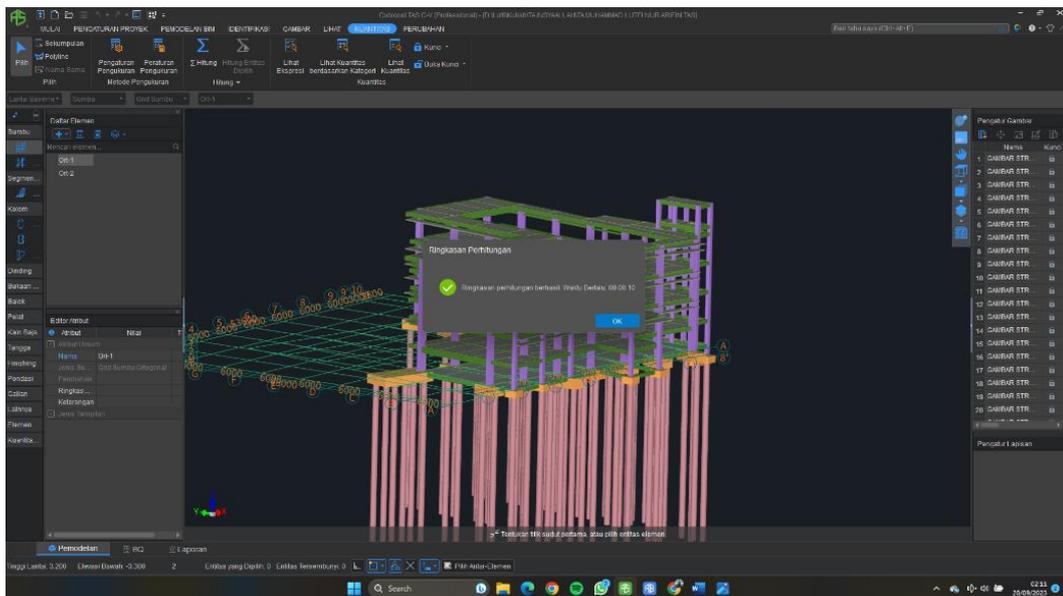
*Quantity take off material* didapatkan dari proses perhitungan secara detail volume material dan pekerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi. Proses *quantity take off* dilakukan pada elemen struktural bangunan dengan bantuan *software Cubicost TAS* dan *Cubicost TRB*. Hasil dari tahap ini

nantinya akan diolah dengan *software Microsoft Excel* dan *software Microsoft Project* untuk menjadi acuan dalam menyusun penjadwalan proyek dan estimasi biaya proyek.

Perbandingan hasil dari *quantity take off material* menunjukkan secara keseluruhan menggunakan *software* berbasis BIM lebih efisien dan waktu perhitungan lebih cepat daripada proses dengan metoda konvensional yang menghasilkan data proyek eksisting.

#### 4.1.3.1 *Quantity Take off* dalam *Software Cubicost TAS*

*Quantity take off* dalam *software Cubicost TAS* mencakup pekerjaan struktur. Pekerjaan yang didapat dari *Cubicost TAS* meliputi *bored pile*, *pile cap*, *sloof*, kolom, balok, dan plat lantai berikut bekisting untuk pekerjaan struktur.



Gambar 4. 30 Proses *Quantity Take Off Material* dalam *Software Cubicost TAS*

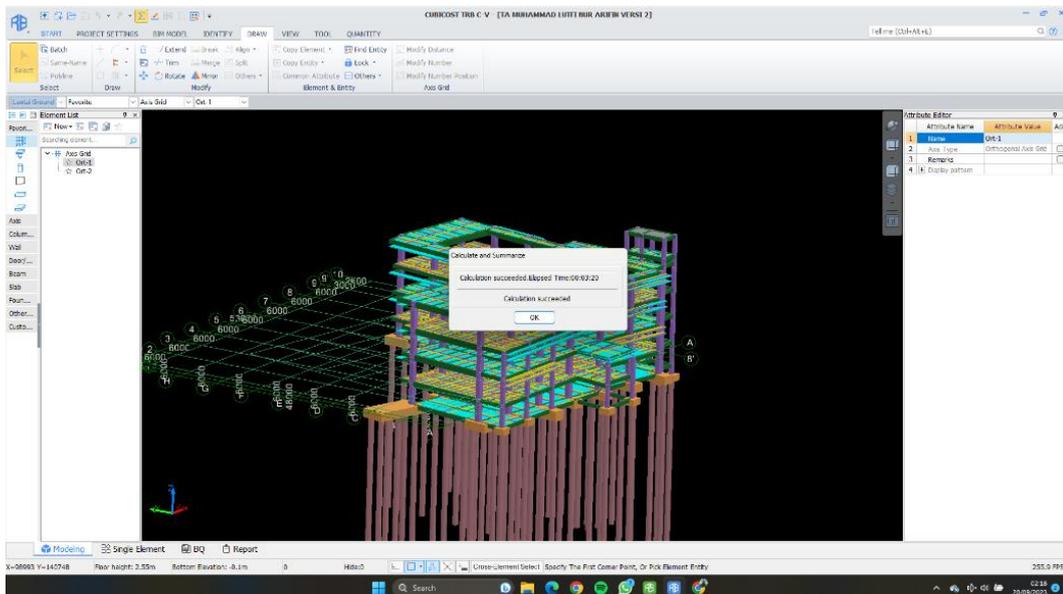
Lantai Kuantitas berdasarkan Kategori

Lantai	Nama	Material	Daku Beton	Jenis Dinding	Volume(m <sup>3</sup> )	Luas (permukaan)(m <sup>2</sup> )	Luas (permukaan) bagian dalam (m <sup>2</sup> )	Luas (permukaan) bagian dalam (m <sup>2</sup> )	Ketinggian (permukaan)	Panjang (permukaan)	Detail dari Menengah (kg)	Jumlah (kg)	Panjang (permukaan)
1	Lantai (Elevasi)	B1	Beton In-situ	Horizontal	18.811	138.682	88.148	45.341	27.300	180.882	2974.714	71	131.885
2	2nd	B2	Beton In-situ	Horizontal	14.272	139.208	89.148	50.724	26.000	121.644	2128.894	20	202.221
3		B3	Beton In-situ	Horizontal	3.842	21.018	15.368	5.620	2.500	11.380	575.300	1	12.000
4		B4	Beton In-situ	Horizontal	41.917	231.920	172.580	58.322	28.000	124.380	6157.885	11	131.884
5		B5	Beton In-situ	Horizontal	22.251	113.878	117.893	18.282	22.400	142.911	2322.812	13	165.178
6		B6	Beton In-situ	Horizontal	2.907	21.910	14.881	6.938	5.400	17.344	445.400	3	19.546
7	Lantai Ground	B6	Beton In-situ	Horizontal	20.201	187.383	134.873	52.719	19.200	175.721	3030.916	12	181.941
8	Floor	B7	Beton In-situ	Horizontal	2.058	17.022	11.284	2.650	16.200	13.213	314.732	9	17.286
9		B8	Beton In-situ	Horizontal	1.320	11.847	7.415	3.928	18.000	9.688	192.837	6	11.028
10		B9	Beton In-situ	Horizontal	9.415	82.442	61.588	20.934	6.400	71.476	1412.275	4	74.981
11		BL +2.450	Beton In-situ	Horizontal	0.589	11.225	8.203	3.232	1.500	21.746	103.340	2	24.149
12		BL +2.450	Beton In-situ	Horizontal	3.383	58.427	44.692	18.804	9.800	69.084	531.031	12	109.874
13		B10	Beton In-situ	Horizontal	3.073	30.249	14.990	5.500	2.500	31.289	550.875	1	12.000
14		B11	Beton In-situ	Horizontal	41.482	228.129	165.834	63.195	28.000	124.380	6222.310	11	131.887
15		B12	Beton In-situ	Horizontal	20.149	162.288	105.813	56.371	23.000	103.885	2022.280	10	187.208
16		B13	Beton In-situ	Horizontal	2.054	17.022	12.910	2.510	5.400	16.820	308.134	3	17.040
17		B14	Beton In-situ	Horizontal	18.651	177.158	124.400	60.716	19.200	175.721	2790.300	10	169.107
18	Lantai 1	B17	Beton In-situ	Horizontal	2.305	17.445	11.290	6.981	18.000	14.789	272.721	10	18.914
19		B18	Beton In-situ	Horizontal	1.310	10.079	7.629	3.750	7.200	8.880	196.203	4	11.240
20		B19	Beton In-situ	Horizontal	10.153	88.938	65.781	23.808	6.400	62.081	1538.115	4	65.807
21		BL +2.100	Beton In-situ	Horizontal	1.234	22.882	16.414	6.468	4.800	43.129	195.128	6	47.893
22		BL +3.350	Beton In-situ	Horizontal	3.203	58.388	43.383	18.800	9.000	160.617	487.805	10	109.172
23		B20	Beton In-situ	Horizontal	3.842	21.018	15.368	8.500	2.500	31.289	576.900	1	12.000
24		B21	Beton In-situ	Horizontal	43.137	234.748	172.953	62.190	28.000	124.380	6470.930	11	131.994
25		B22	Beton In-situ	Horizontal	20.808	183.871	109.730	54.130	21.000	140.288	3134.713	10	161.081
26		B23	Beton In-situ	Horizontal	0.910	6.182	4.582	2.200	1.800	5.989	137.488	1	9.000
27		B24	Beton In-situ	Horizontal	10.024	88.366	63.312	23.910	17.000	170.044	2033.102	11	165.181
28	Lantai 2	B27	Beton In-situ	Horizontal	2.251	18.708	12.214	6.158	18.000	14.280	338.138	10	18.119
29		B28	Beton In-situ	Horizontal	1.400	11.549	7.527	3.750	7.200	8.891	210.968	4	11.240
30		B29	Beton In-situ	Horizontal	10.340	81.148	62.230	23.710	6.400	61.884	1503.892	4	65.407
31		BL +3.350	Beton In-situ	Horizontal	3.247	58.388	43.380	18.000	9.000	160.622	487.803	10	109.178
32		B30	Beton In-situ	Horizontal	1.515	28.728	20.775	7.500	1.500	53.009	227.203	2	69.000
33		B31	Beton In-situ	Horizontal	4.381	37.905	23.626	8.748	18.000	21.627	457.133	8	23.581
34		B32	Beton In-situ	Horizontal	10.200	87.020	62.202	23.200	18.400	63.789	2002.846	4	68.199
35		B33	Beton In-situ	Horizontal	15.204	144.440	75.290	38.144	7.200	85.342	2380.620	4	107.997
36		B34	Beton In-situ	Horizontal	4.181	22.374	16.724	8.600	2.800	31.289	427.150	1	12.000
37	Lantai Top	B37	Beton In-situ	Horizontal	4.262	42.028	23.999	12.020	10.000	20.640	738.888	6	42.105
38		B38	Beton In-situ	Horizontal	4.912	37.245	25.717	10.493	11.000	24.893	619.730	7	38.509

Gambar 4. 31 Hasil *Quantity Take Off Material* dalam *Software Cubicost TAS*

#### 4.1.3.2 *Quantity Take off* dalam *Software Cubicost TRB*

*Quantity Take off* dalam *software Cubicost TRB* digunakan untuk menghasilkan *quantity take off* pada elemen pembeasian pekerjaan struktur yang meliputi pekerjaan *bored pile*, *pile cap*, *sloof*, kolom, balok, dan plat lantai.



Gambar 4. 32 Proses *Quantity Take Off Material* dalam *Software Cubicost TRB*

JL	Elemen	Classification Condition	Rebar Strength	Rebar Weight (kg)					Summary (kg)
				10	13	16	19	25	
9	Lantai 2	BU10-40	0	807,570	0	0	0	0	807,570
10	Lantai 2 +0.300	BU10-40	0	51,099	0	0	0	0	51,099
11	Lantai 2 +0.300	BU10-40	0	740,471	0	0	0	0	740,471
12	Lantai Atap	BU10-40	0	204,865	0	0	0	0	204,865
13	Lantai Machine Lift +11.950	BU10-40	0	750,303	0	0	0	0	750,303
14	Lantai Basement 3.300	BU10-40	2970,422	0	0	0	0	0	2970,422
15	Lantai Ground Floor	BU10-40	8151,381	0	0	4182,400	0	0	12333,781
16	Lantai Ground Floor +2.450	BU10-40	60,205	110,092	0	0	0	0	170,297
17	Lantai Ground Floor +0.650	BU10-40	311,381	500,078	0	0	0	0	811,459
18	Lantai 1	BU10-40	8245,525	0	0	4275,047	0	0	12520,572
19	Lantai 1 +0.150	BU10-40	131,945	220,455	0	0	0	0	352,400
20	Lantai 1 +0.200	BU10-40	212,815	500,000	0	0	0	0	712,815
21	Lantai 2	BU10-40	8920,734	0	0	4173,391	0	0	13094,125
22	Lantai 2 +0.300	BU10-40	170,302	296,401	0	0	0	0	466,703
23	Lantai 2 +0.300	BU10-40	515,381	520,078	0	0	0	0	1035,459
24	Lantai Atap	BU10-40	4154,34	0	0	1734,720	0	0	5893,060
25	Lantai Machine Lift +11.950	BU10-40	175,784	0	0	0	50,490	0	226,274
26	Lantai Machine Lift +4.700	BU10-40	175,784	0	0	0	50,490	0	226,274
27	Lantai Basement 3.300	BU10-40	11172,878	0	0	0	0	0	11172,878
28	Lantai Basement +0.450	BU10-40	65,311	0	0	0	0	0	65,311
29	Lantai Basement +1.300	BU10-40	0	258,223	0	0	0	0	258,223
30	Lantai Ground Floor	BU10-40	11533,211	0	0	0	0	0	11533,211
31	Lantai Ground Floor +0.450	BU10-40	390,890	0	0	0	0	0	390,890
32	Lantai Ground Floor +0.550	BU10-40	373,742	0	0	0	0	0	373,742
33	Lantai Ground Floor +0.200	BU10-40	500,820	0	0	0	0	0	500,820
34	Lantai 1	BU10-40	17252,812	0	0	0	0	0	17252,812
35	Lantai 1 +0.150	BU10-40	687,837	0	0	0	0	0	687,837
36	Lantai 1 +0.200	BU10-40	608,487	0	0	0	0	0	608,487
37	Lantai 1 +0.300	BU10-40	710,180	0	0	0	0	0	710,180
38	Lantai 2	BU10-40	11383,698	0	0	0	0	0	11383,698
39	Lantai 2 +0.300	BU10-40	491,292	0	0	0	0	0	491,292
40	Lantai 2 +0.300	BU10-40	990,369	0	0	0	0	0	990,369
41	Lantai 2 +0.650	BU10-40	687,530	0	0	0	0	0	687,530
42	Lantai Atap	BU10-40	6130,975	0	0	0	0	0	6130,975
43	Lantai Machine Lift +11.950	BU10-40	210,968	0	0	0	0	0	210,968
44	Lantai Basement 3.300	BU10-40	4318,900	0	0	128,074	1440,718	0	5767,692
45	Lantai Basement +0.450	BU10-40	941,915	0	0	0	0	0	941,915
46	Lantai Basement 3.300	BU10-40	252,225	0	0	0	0	0	252,225
47	Lantai Ground Floor	BU10-40	2705,431	0	0	62,765	941,17	0	3709,366
48	Lantai Ground Floor +0.450	BU10-40	389,717	0	0	25,078	386,387	0	801,182
49	Lantai Ground Floor +0.550	BU10-40	640,910	0	0	38,528	432,387	0	1111,825
50	Lantai 1	BU10-40	2522,85	0	0	119,528	1015,678	0	3658,056

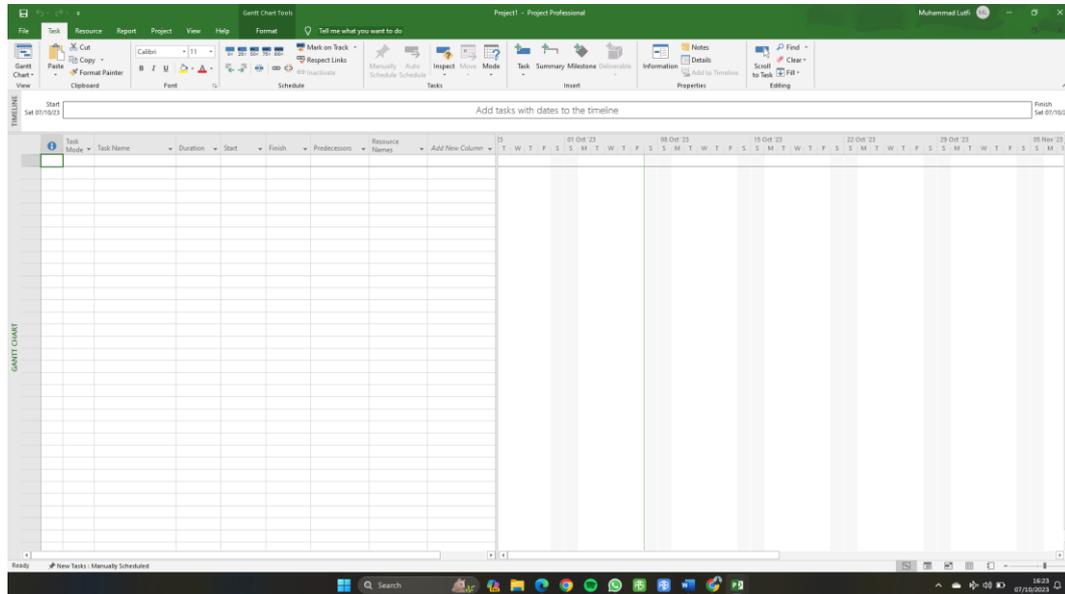
Gambar 4. 33 Hasil *Quantity Take Off Material* dalam *Software Cubicost TAS*

## 4.2 Perencanaan Penjadwalan Berbasis Penerapan Metode BIM

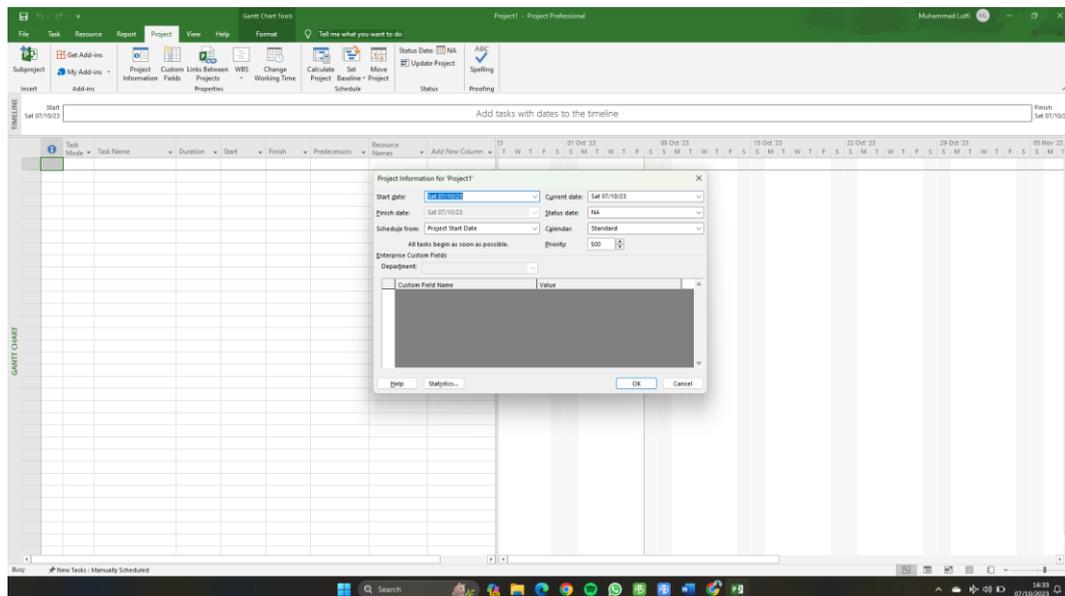
Perencanaan penjadwalan proyek dimulai dengan menghitung durasi pekerja dan untuk setiap item pekerjaan berdasarkan volume pekerjaan dari *quantity take off* dengan metode BIM. Penjadwalan disusun menggunakan *software Microsoft Project* dengan menggunakan hasil *quantity take off* berdasarkan *software* berbasis BIM. Beberapa informasi yang perlu di-input ke dalam *Microsoft Project* diantaranya adalah jenis item pekerjaan, durasi pekerjaan, tanggal dimulai dan selesainya pekerjaan, *predecessor* atau pekerjaan pendahulu serta *cost* dari item pekerjaan tersebut. Tahanan proses penjadwalan menggunakan *software Microsoft Project* dimulai dengan mulai *project* baru dan *into user interface*.

Setelah membuka *project* baru kemudian men-setting *project* tersebut dengan masuk kedalam *toolbar project* dan pilih *project information*. *Project setting* sesuai dengan dimulainya *project* sampai dengan selesainya *project*. *Setting* selanjutnya menuju *file* pilih *options* untuk menentukan mata uang, mulai bekerja,

selesai bekerja, jam perhari bekerja hari perminggu bekerja, minggu perbulan bekerja, dan sesuaikan dengan perencanaan *project* tersebut.



Gambar 4. 34 Membuat *Project* Baru dalam *Software Microsoft Peoject*

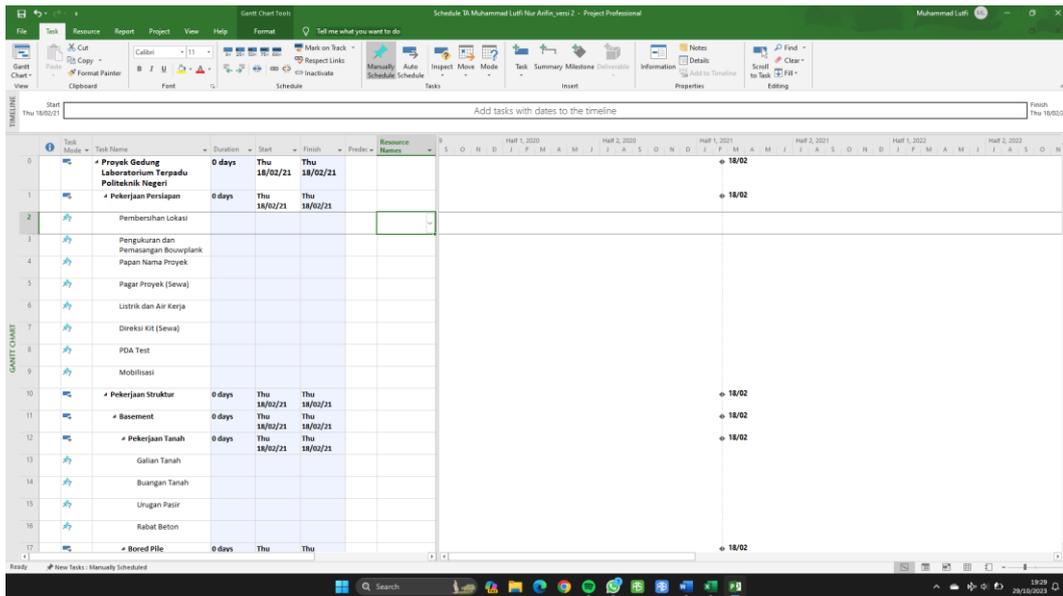


Gambar 4. 35 *Project Setting* Menentukan Mulainya *Project* dan Selesaiya

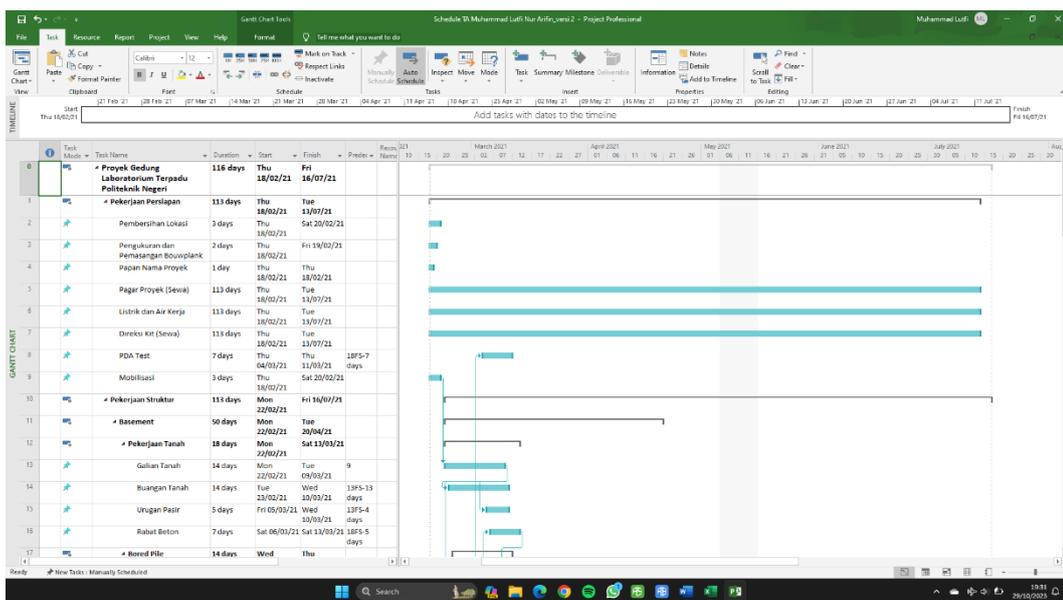
### *Project* dalam *Software Microsoft Project*

Setelah selesai *project setting* kemudian menentukan kalender kerja dengan masuk kedalam *toolbar project* pilih *chagen working time*, disini bertujuan untuk





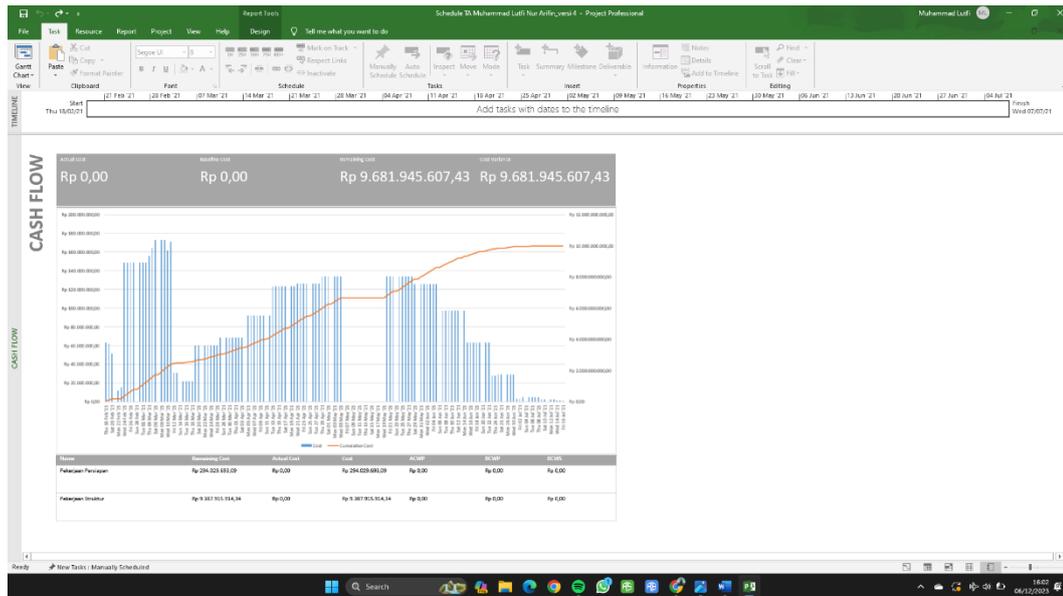
Gambar 4. 38 Menentukan *Task*, *Phase*, dan Hierarki Pekerjaan dalam *Software Microsoft Project*



Gambar 4. 39 Estimasi Waktu dan Menentukan Keterikatan *Task* dalam *Software Microsoft Project*

Menentukan *task*, *phase*, dan hierarki pekerjaan sudah selesai, kemudian dilanjutkan dengan mengestimasi waktu pekerjaan dan menentukan keterikatan





Gambar 4. 42 Kurva – S dalam *Software Microsoft Project*

Hasil penjadwalan proyek dari penerapan metode BIM dengan menggunakan *software Microsoft Project* menunjukkan bahwa proyek dapat selesai dalam 17 minggu atau 116 hari.

### 4.3 Perencanaan Estimasi Biaya Berbasis Penerapan Metode BIM

Penyusunan estimasi biaya proyek menggunakan volume pekerjaan yang didapatkan dari hasil *quantity take off software Cubicost TAS* dan *Cubicost TRB*. Tahapan melakukan perencanaan untuk estimasi biaya proyek berbasis BIM dilakukan dengan meng-*export* data *quantity take off* dari perangkat lunak BIM *Cubicost TAS* dan *Cubicost TRB* ke format yang kompatibel dengan *software Microsoft Excel*. Setelah didapat volume dari tiap item pekerjaan, perhitungan dapat dilanjutkan dengan mengalikan volume pekerjaan dengan harga dari tiap item pekerjaan.

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	pekerjaan besi beton	8.121,87	m <sup>2</sup>	Rp24.175,00	Rp195.877.215,70
2	pengukuran dan pemasangan bouwplaat	23,68	m <sup>2</sup>	Rp20.650,00	Rp488.652,80
3	pekerjaan nyalan proyek	1,00	unit	Rp1.500.817,00	Rp1.500.817,00
4	pekerjaan proyek tenaga	884,46	m <sup>3</sup>	Rp223.038,34	Rp197.100.603,15
5	listriks dan air tenaga	8,00	loti	Rp1.888.685,00	Rp15.109.480,00
6	akses tiri tenaga	20,00	m <sup>2</sup>	Rp1.848.730,00	Rp37.000.000,00
7	POKIR	0,00	m <sup>2</sup>	Rp4.000.000,00	Rp0,00
8	mobilitasi	0,00	tr	Rp200.000.000,00	Rp0,00
9	<b>Subtotal</b>				<b>Rp294.028.893,10</b>
10	<b>Rekomendasi</b>				<b>Rp294.028.893,10</b>
11	pekerjaan fondasi				Rp2.487.947.313,88
12	1.000 liter beton				Rp400.000,00
13	1.000 liter cat				Rp20.000,00
14	1.000 liter minyak				Rp20.000,00
15	1.000 liter air				Rp20.000,00
16	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
17	1.000 liter semen				Rp20.000,00
18	1.000 liter batu				Rp20.000,00
19	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
20	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
21	1.000 liter semen				Rp20.000,00
22	1.000 liter batu				Rp20.000,00
23	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
24	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
25	1.000 liter semen				Rp20.000,00
26	1.000 liter batu				Rp20.000,00
27	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
28	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
29	1.000 liter semen				Rp20.000,00
30	1.000 liter batu				Rp20.000,00
31	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
32	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
33	1.000 liter semen				Rp20.000,00
34	1.000 liter batu				Rp20.000,00
35	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
36	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
37	1.000 liter semen				Rp20.000,00
38	1.000 liter batu				Rp20.000,00
39	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
40	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
41	1.000 liter semen				Rp20.000,00
42	1.000 liter batu				Rp20.000,00
43	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
44	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
45	1.000 liter semen				Rp20.000,00
46	1.000 liter batu				Rp20.000,00
47	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
48	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
49	1.000 liter semen				Rp20.000,00
50	1.000 liter batu				Rp20.000,00
51	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
52	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
53	1.000 liter semen				Rp20.000,00
54	1.000 liter batu				Rp20.000,00
55	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
56	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
57	1.000 liter semen				Rp20.000,00
58	1.000 liter batu				Rp20.000,00
59	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
60	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
61	1.000 liter semen				Rp20.000,00
62	1.000 liter batu				Rp20.000,00
63	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
64	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
65	1.000 liter semen				Rp20.000,00
66	1.000 liter batu				Rp20.000,00
67	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
68	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
69	1.000 liter semen				Rp20.000,00
70	1.000 liter batu				Rp20.000,00
71	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
72	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
73	1.000 liter semen				Rp20.000,00
74	1.000 liter batu				Rp20.000,00
75	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
76	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
77	1.000 liter semen				Rp20.000,00
78	1.000 liter batu				Rp20.000,00
79	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
80	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
81	1.000 liter semen				Rp20.000,00
82	1.000 liter batu				Rp20.000,00
83	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
84	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
85	1.000 liter semen				Rp20.000,00
86	1.000 liter batu				Rp20.000,00
87	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
88	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
89	1.000 liter semen				Rp20.000,00
90	1.000 liter batu				Rp20.000,00
91	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
92	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
93	1.000 liter semen				Rp20.000,00
94	1.000 liter batu				Rp20.000,00
95	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
96	1.000 liter pasir				Rp20.000,00
97	1.000 liter semen				Rp20.000,00
98	1.000 liter batu				Rp20.000,00
99	1.000 liter kerikil				Rp20.000,00
100	1.000 liter pasir				Rp20.000,00

Gambar 4. 43 Proses Penyusunan Estimasi Biaya Proyek Berbasis BIM dalam Software Microsoft Excel

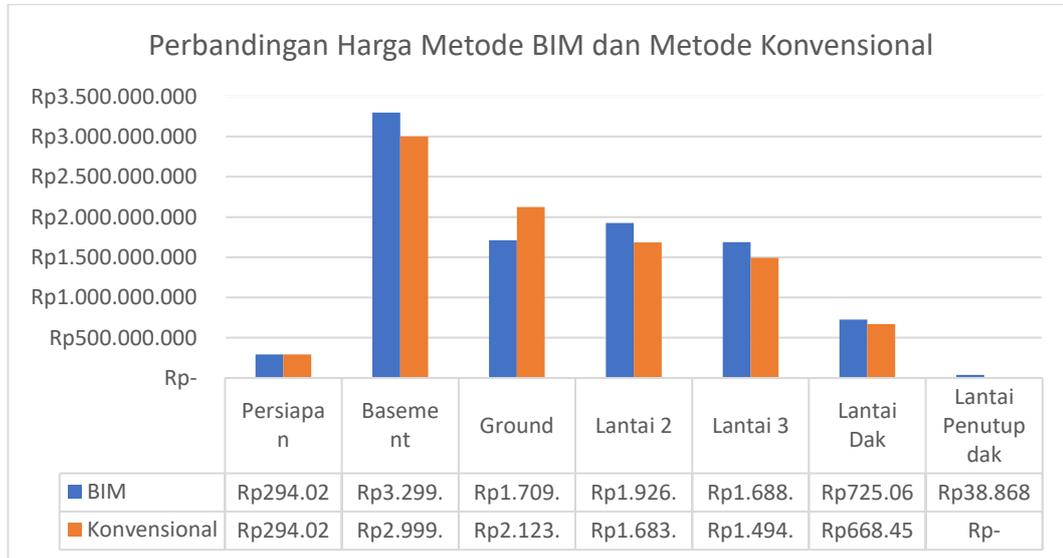
#### 4.4 Perbandingan Estimasi Biaya Proyek

Perbandingan estimasi biaya proyek dilakukan dengan melihat perbedaan atau selisih antara estimasi biaya milik proyek yang dilakukan dengan sistem perhitungan konvensional dengan estimasi biaya proyek yang dilakukan berdasarkan perhitungan volume berbasis metode BIM. Dari hasil perhitungan estimasi biaya terhadap pekerjaan struktur berdasarkan perhitungan volume berbasis BIM, didapat hasil rekapitulasi harga dari pekerjaan struktur. Setelah didapatkan hasil estimasi biaya proyek berdasarkan perhitungan volume penerapan metode BIM, selanjutnya dapat membandingkan perbedaan estimasi harga antara milik data proyek dengan data BIM. Dari hasil perbandingan yang dilakukan pada *Microsoft Excel* didapat hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Perbandingan Estimasi Biaya Proyek

<b>Jenis Pekerjaan</b>	<b>Estimasi Biaya Metode Konvensional</b>	<b>Estimasi Biaya Metode BIM</b>	<b>Persentase Selisih</b>
Pekerjaan Persiapan	Rp294.029.693,10	Rp294.029.693,10	0%
Pekerjaan Lantai <i>Basement</i>	Rp2.999.202.281,85	Rp3.299.447.585,55	-10%
Pekerjaan Lantai <i>Ground</i>	Rp2.123.922.120,25	Rp1.709.911.610,94	19%
Pekerjaan Lantai 2	Rp1.683.425.455,56	Rp1.926.039.858,52	-14%
Pekerjaan Lantai 3	Rp1.494.492.910,42	Rp1.688.585.247,53	-13%
Pekerjaan Lantai Dak	Rp668.457.718,76	Rp725.063.137,37	-8%
Pekerjaan Lantai Penutup Dak	Rp0	Rp38.868.474,49	-100%
<b>Total</b>	<b>Rp9.263.530.179,94</b>	<b>Rp9.681.945.607,50</b>	<b>-5%</b>

Pada tabel 4.1 perbandingan estimasi biaya proyek bisa dilihat dengan hasil grafik terdapat dalam gambar 4.44.



Gambar 4. 44 Hasil Grafik Perbandingan Estimasi Biaya

Terdapat perbedaan estimasi biaya dalam setiap item pekerjaannya, meliputi pekerjaan lantai *basement*, pekerjaan lantai *ground*, pekerjaan lantai 2, pekerjaan lantai 3, pekerjaan lantai dak, dan pekerjaan lantai penutup dak. Pekerjaan lantai *basement* terdapat perbedaan -10% atau sejumlah Rp300.245.303,70 yang menunjukkan lebih besar harga metode BIM dibandingkan metode konvensional, dikarenakan perbedaan nilai volume pekerjaan dan nilai pembesian yang mengakibatkan perbedaan nilai estimasi biaya, terdapat juga item pekerjaan yang tidak terhitung dalam RAB eksisting tetapi ada dalam DED, meliputi pekerjaan fondasi F6, fondasi F8, kolom K5, dan kolom KL. Perbedaan selanjutnya ialah pekerjaan lantai *ground*, terdapat perbedaan 19% atau sejumlah Rp414.010.509,31 yang menunjukkan lebih kecil harga metode BIM dibandingkan metode konvensional, dikarenakan perbedaan nilai volume pekerjaan dan nilai pembesian yang mengakibatkan perbedaan nilai estimasi biaya, terdapat juga item pekerjaan

yang tidak terhitung dalam RAB eksisting tetapi ada dalam DED, meliputi pekerjaan kolom K5, kolom KL dan pekerjaan plat lantai A2 yang terhitung dalam RAB eksisting tetapi tidak ada dalam DED.

Pekerjaan lantai 2, pekerjaan lantai 3, pekerjaan lantai dak untuk perbedaannya sama hal seperti pekerjaan lantai sebelumnya dalam nilai volume pekerjaan dan nilai pembesian yang mengakibatkan perbedaan harga estimasi biaya diantara metode BIM dan metode konvensional. Pada pekerjaan lantai 2 terdapat perbedaan -14% atau sejumlah Rp242.614.402,96 yang menunjukkan lebih besar harga metode BIM dibandingkan metode konvensional, terdapat juga item pekerjaan yang tidak terhitung dalam RAB eksisting tetapi ada dalam DED, meliputi pekerjaan kolom K5, kolom KL. Pekerjaan lantai 3 terdapat perbedaan 13% atau sejumlah Rp194.092.337,11 yang menunjukkan lebih besar harga metode BIM dibandingkan metode konvensional, terdapat juga item pekerjaan yang tidak terhitung dalam RAB eksisting tetapi ada dalam DED, meliputi pekerjaan kolom K5, kolom KL, dan pekerjaan plat lantai A3 yang terhitung dalam RAB eksisting tetapi tidak ada dalam DED. Terdapat -8% atau sejumlah Rp56.605.418,61 yang menunjukkan lebih besar harga metode BIM pada pekerjaan lantai dak, dikarenakan tidak terhitungnya dalam RAB eksisting tetapi tidak ada dalam DED meliputi pekerjaan kolom K8 dan kolom KL.

Perbandingan selanjutnya pada pekerjaan lantai penutup dak yang menghasilkan perbedaan -100% atau sejumlah Rp38.868.474,49 menunjukkan lebih besar metode BIM, dikarenakan pada semua item pekerjaan lantai penutup dak itu

tidak terhitung dalam RAB eksisting yang meliputi balok B3, balok B6, dan plat lantai A3.

Secara keseluruhan hasil dari perbandingan estimasi biaya proyek dapat perbedaan sekitar -5% atau sejumlah Rp418.415.427,56 antara estimasi biaya metode konvensional dan estimasi biaya metode BIM, menunjukkan biaya yang didapatkan lebih besar nilainya.