

BAB IV

HASIL PEMBAHASAN

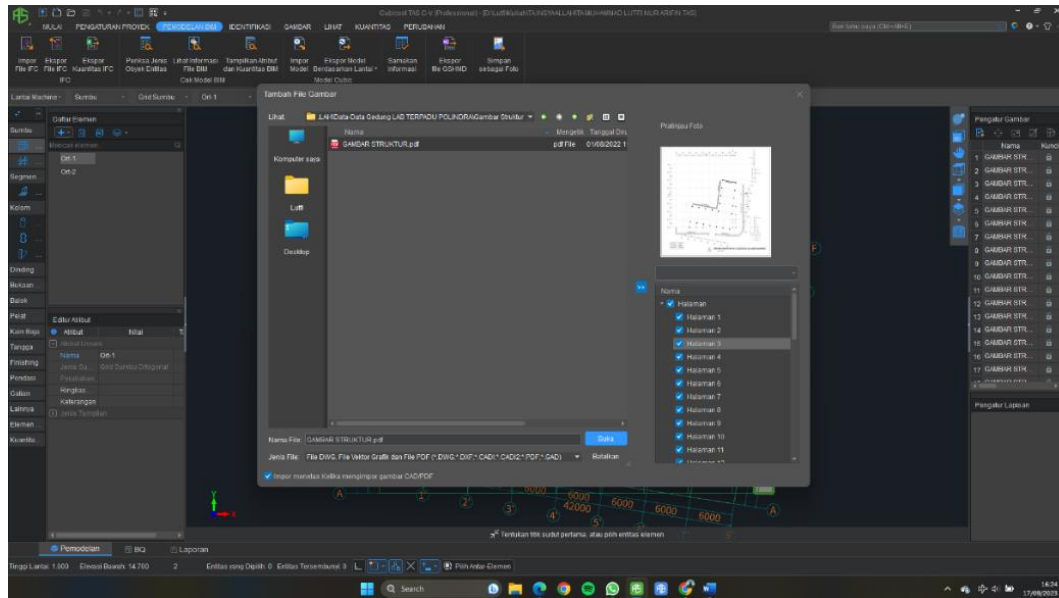
4.1 Penerapan *Quantity Take off* berbasis *3D Modeling* BIM

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.

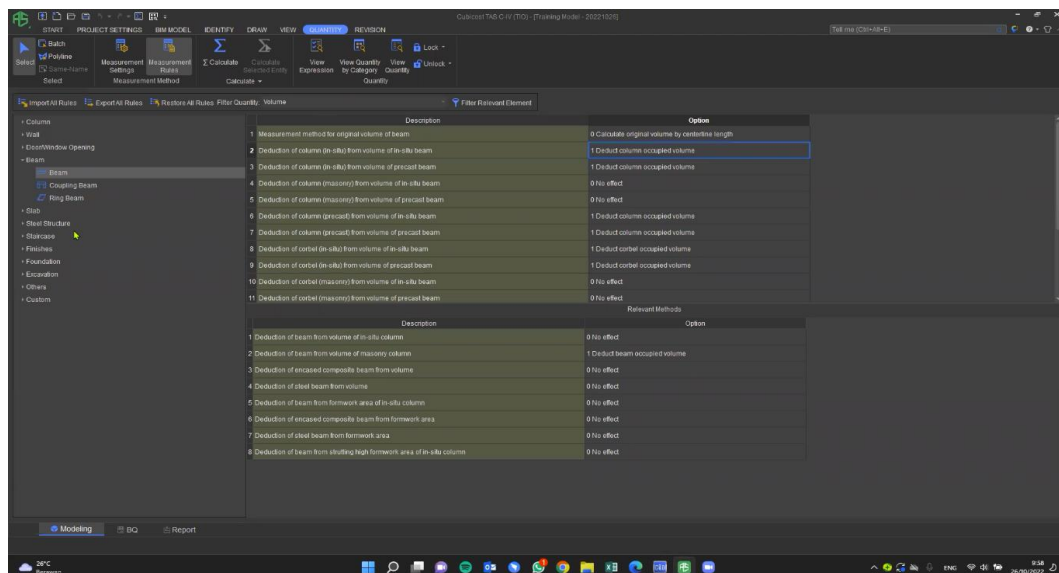
4.1.1 *Modeling* Struktur Bangunan dengan *Cubicost TAS*

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

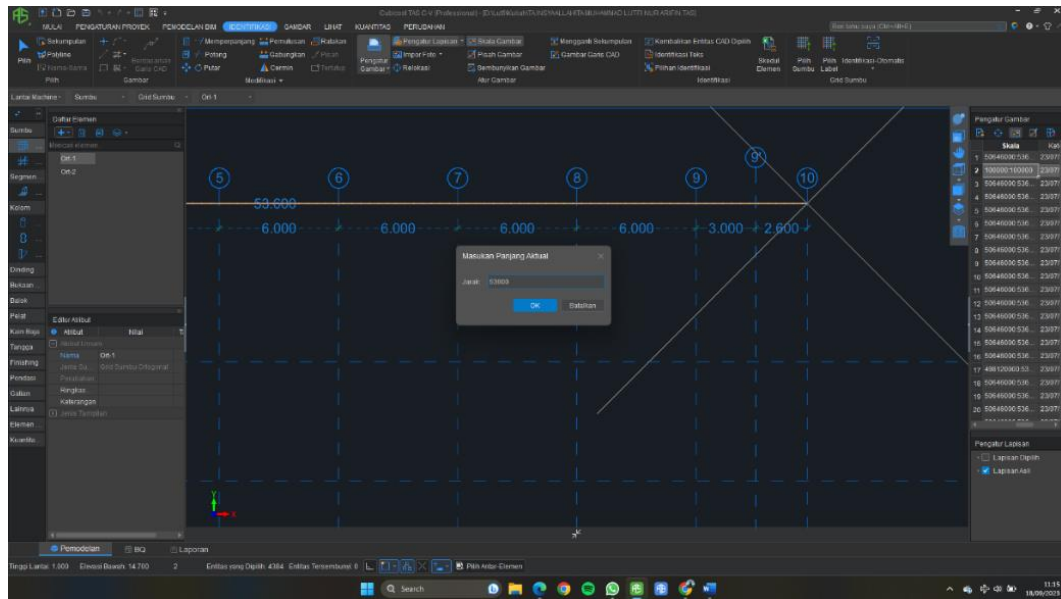
pada *software Cubicost TAS* dimulai dengan *import* gambar CAD yang berformat PDF pada *software Cubicost TAS* serta mengatur skala gambar CAD dan mengatur juga elevasi setiap lantai pada pengaturan lantai.



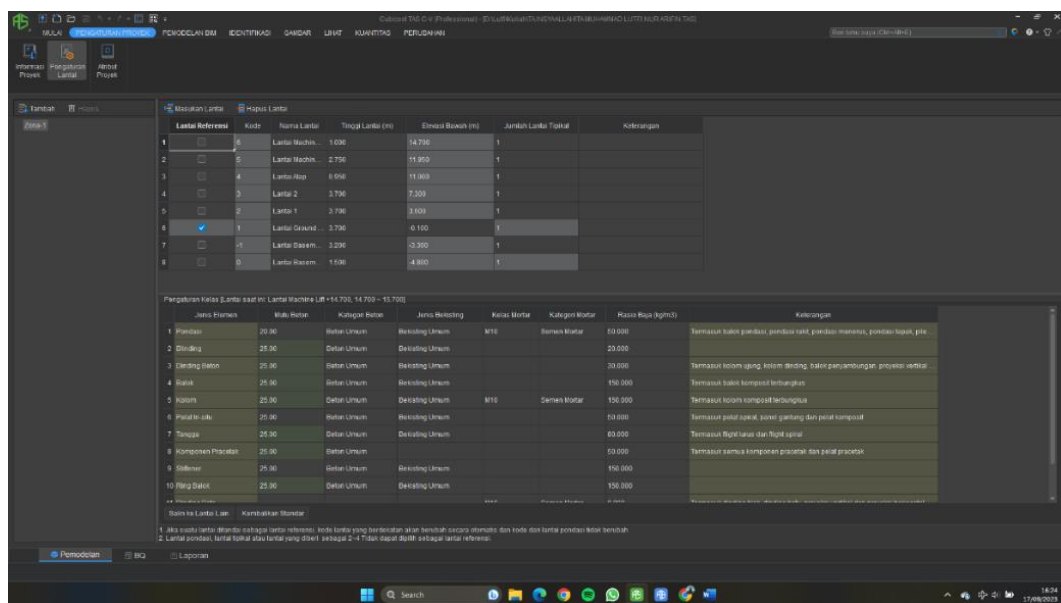
Gambar 4. 1 *Import CAD DED Struktur Format PDF dalam Software Cubicost TAS*



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

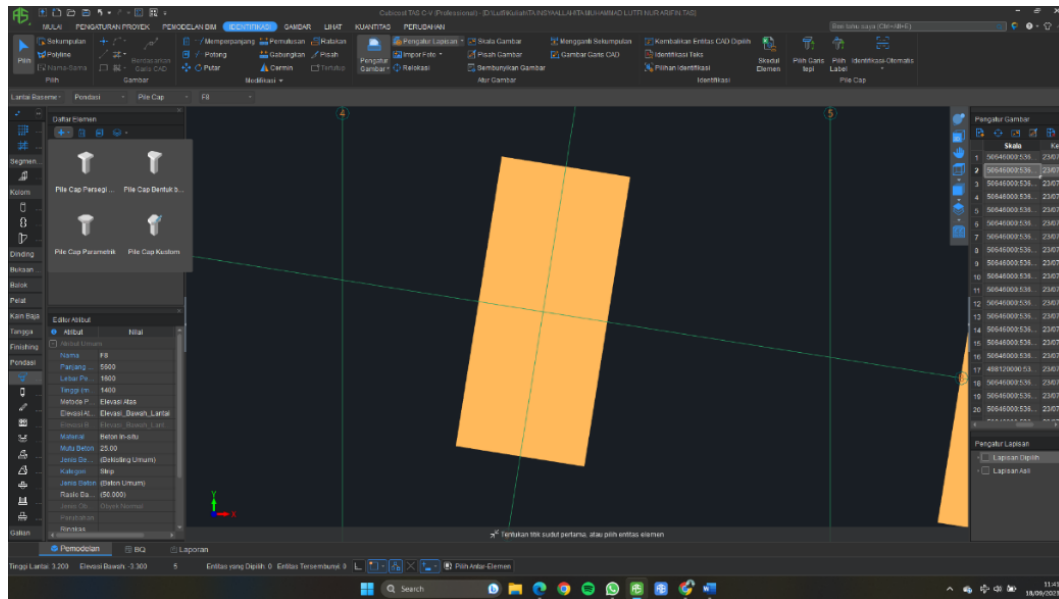


Gambar 4. 3 Mengatur Skala Gambar CAD dalam *Software Cubicost TAS*

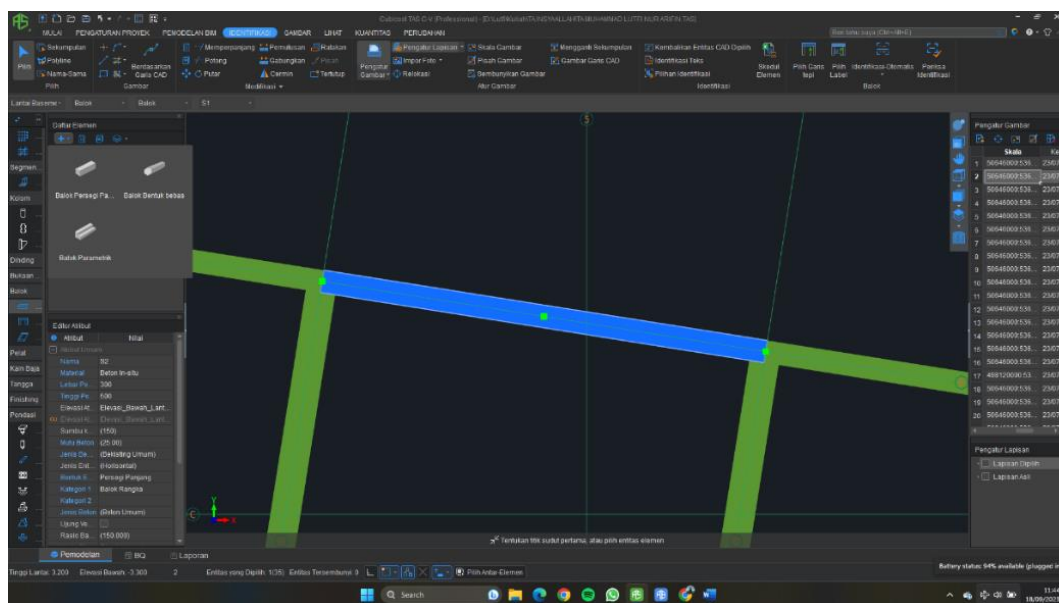


Gambar 4. 4 Pengaturan Lantai dalam *Software Cobucost TAS*

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.



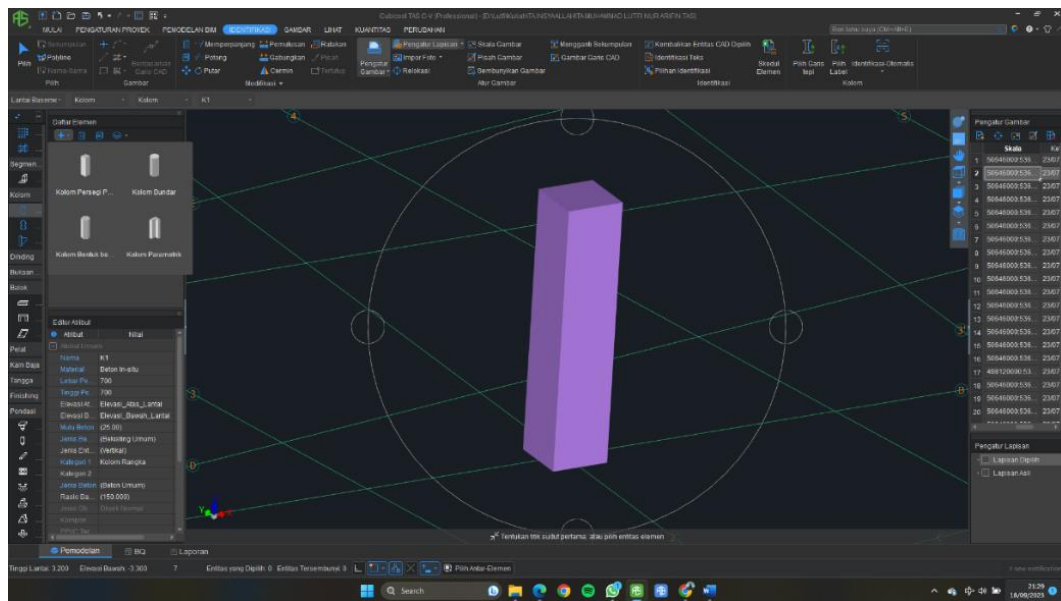
Gambar 4. 7 *Modeling Elemen Pile Cap dalam Software Cubicost TAS*



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.

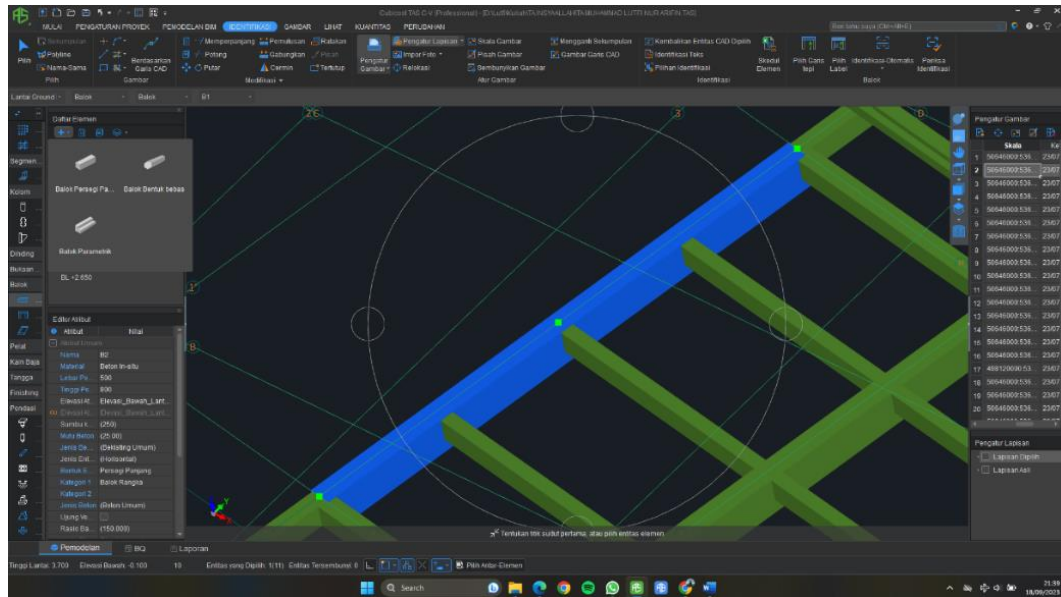


Gambar 4. 9 *Modeling* Elemen Kolom dalam *Software Cubicost TAS*

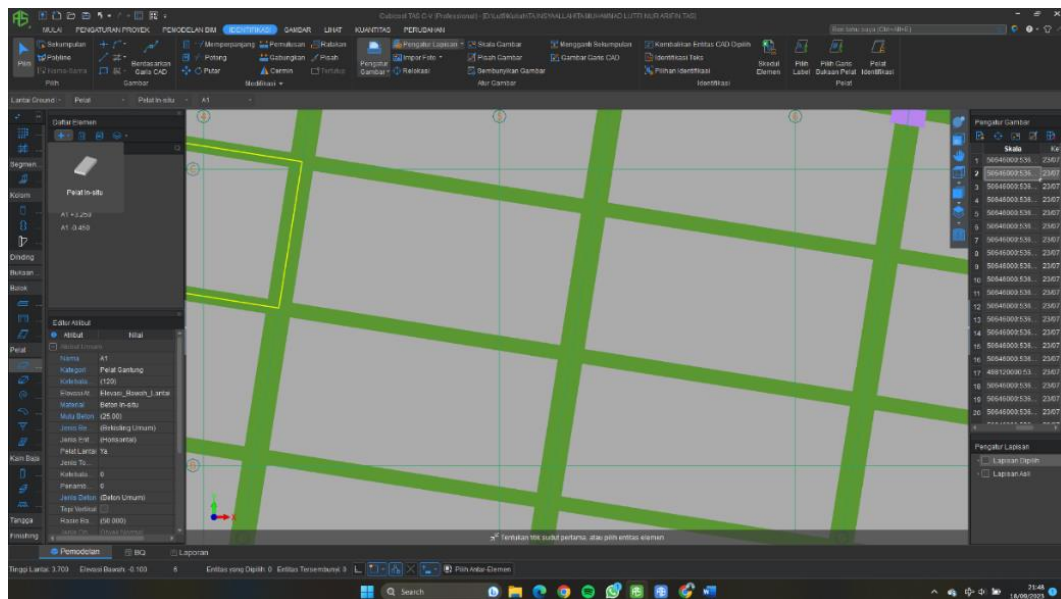
Modeling elemen kolom selesai sesuai dengan jenis dan lokasinya seperti pada gambar DED struktur, elemen selanjutnya yaitu balok. Dalam *modeling* elemen balok hampir sama dengan *modeling* elemen *sloof* sebelumnya, tahapannya klasifikasikan terlebih dahulu setiap jenis – jenis balok pada daftar elemen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

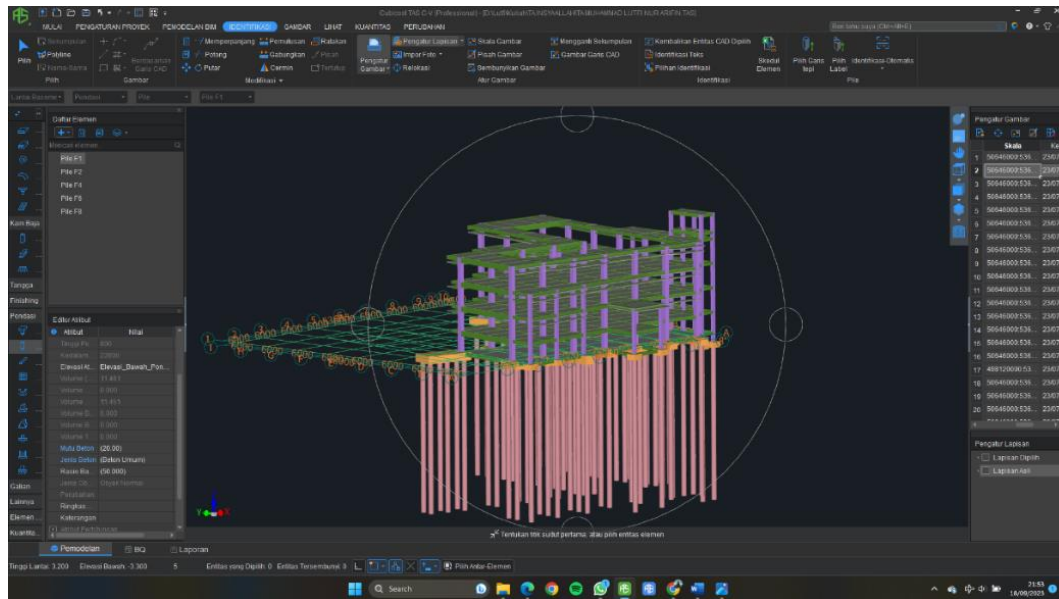
software *Cubicost TAS*. Tahapan ini diulang pada tiap lantainya sehingga didapat output pemodelan sebagai berikut.



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



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

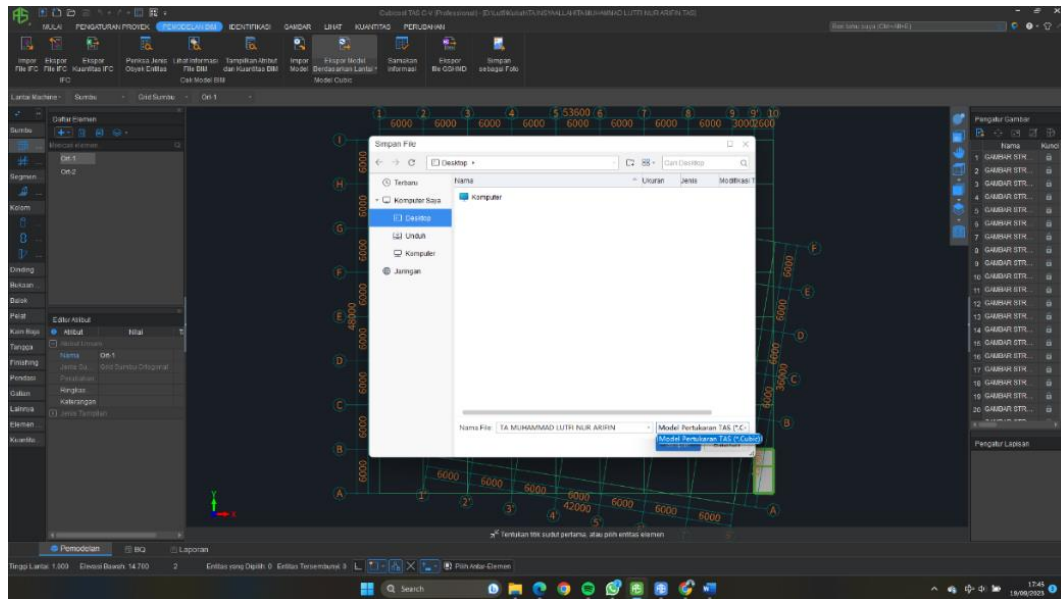


Gambar 4. 12 Isometri *Modeling* Struktur dalam *Software Cubicost TAS*

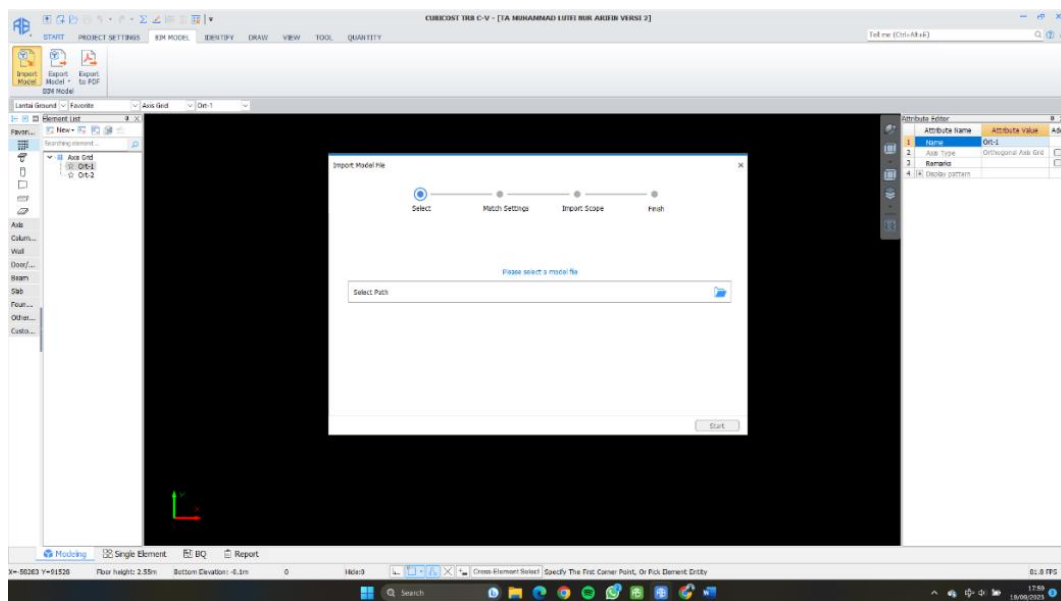
4.1.2 Pembesian Tulangan dengan *Cubicost TRB*

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*.

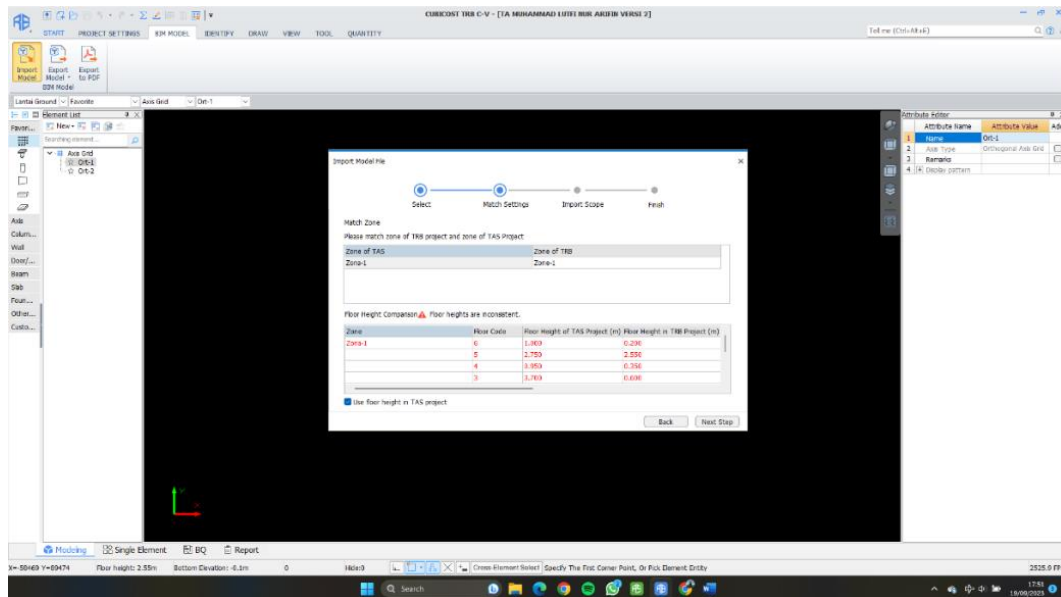
Tahapan pertama yang dilakukan yaitu mengintegrasikan hasil dari *modeling Cubicost TAS* pada *modeling Cubicost TRB* dengan cara *export* terlebih dahulu model 3D pada *Cubicost TAS* lalu *save file* dengan format *cubic*. Tahapan berikutnya buka *software Cubicost TRB* lalu kemudian *import file* berformat *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.



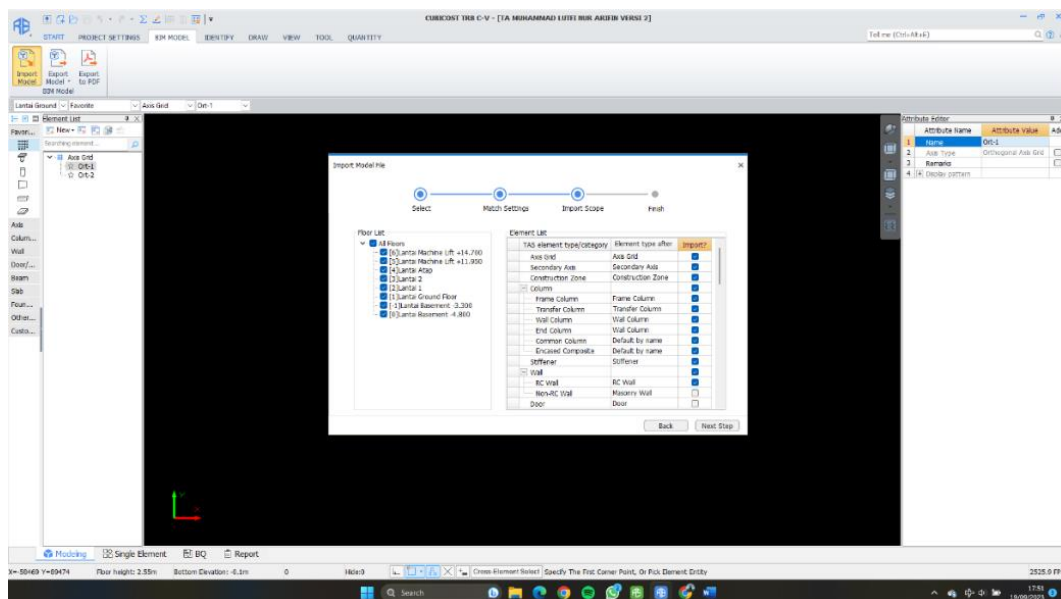
Gambar 4. 13 *Export File Hasil Modeling dalam Software Cubicost TAS*



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

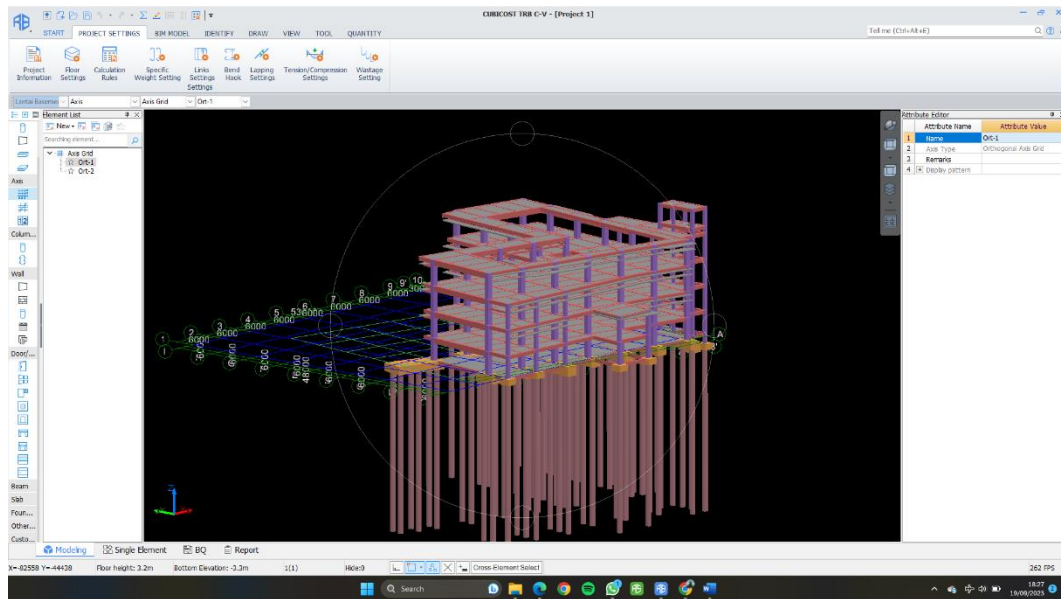


Gambar 4. 15 Sinkronisasi Elevasi Lantai dalam *Software Cubicost TRB*



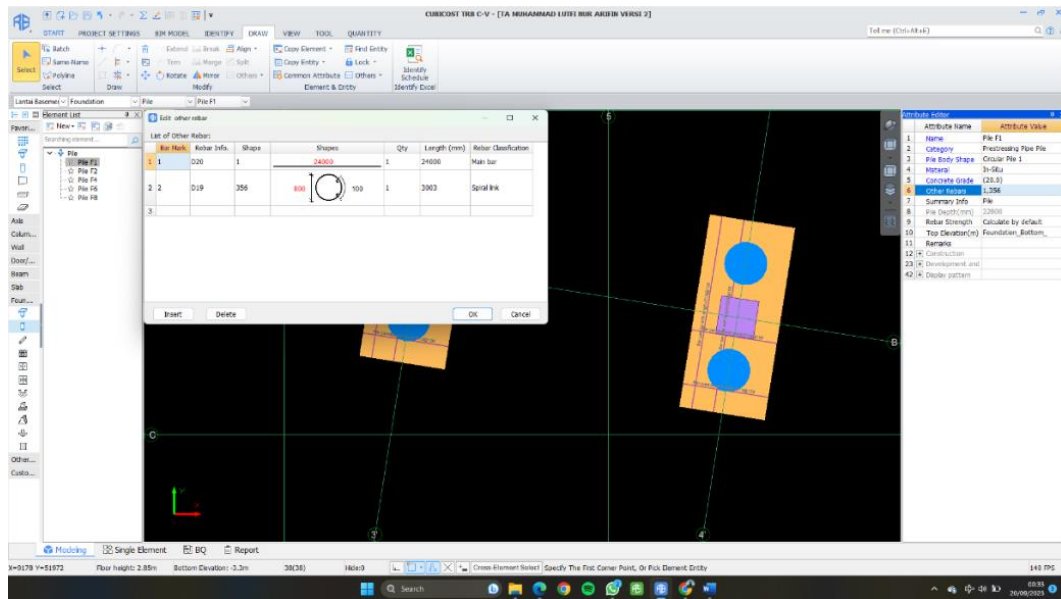
Gambar 4. 16 Sinkronisasi Elemen dalam *Software Cubicost TRB*

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.

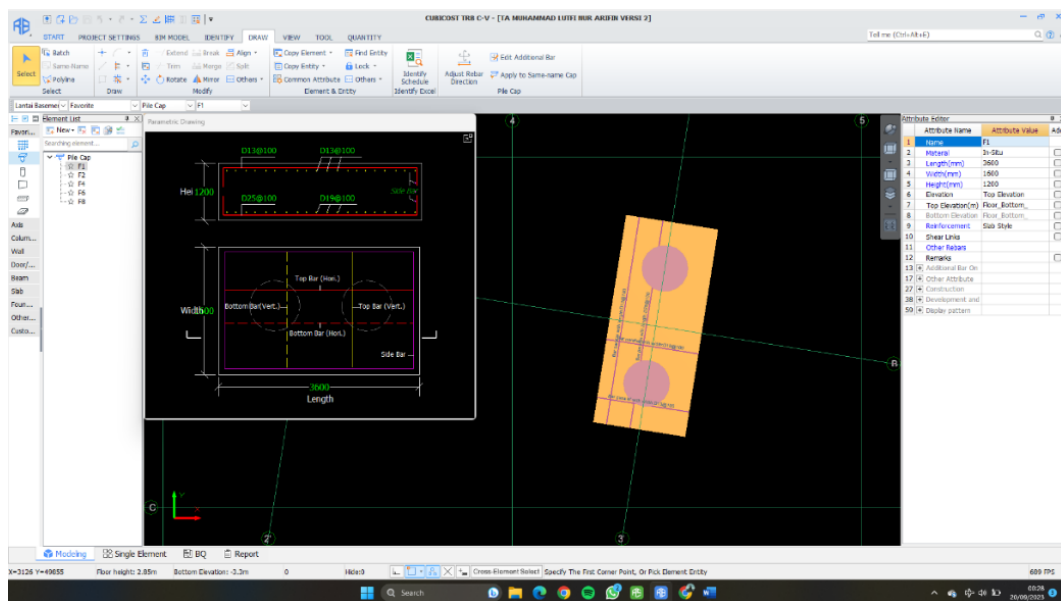


Gambar 4. 17 Hasil Integrasi *File Modeling* Struktur Software Cubicost TAS
dalam Software Cubicost TRB

Setelah proses integrasi selesai kemudian tahapan selanjutnya dalam *modeling* pembesian tulangan dengan dimulai penulisan *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 pembesian 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*

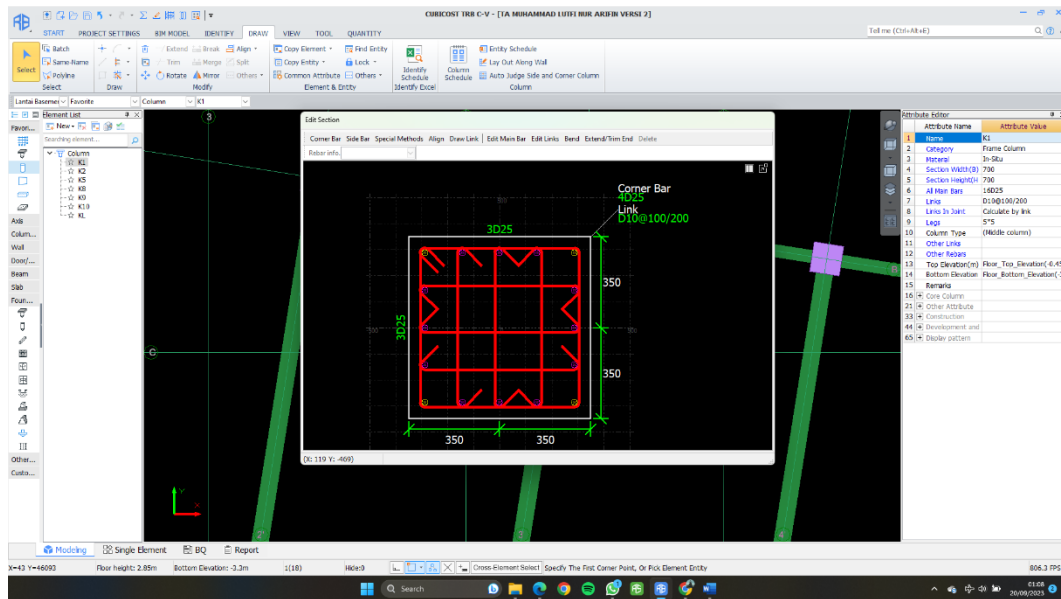


Gambar 4. 19 *Input Tulangan Pile Cap dalam Software Cubicost TRB*

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*

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

58

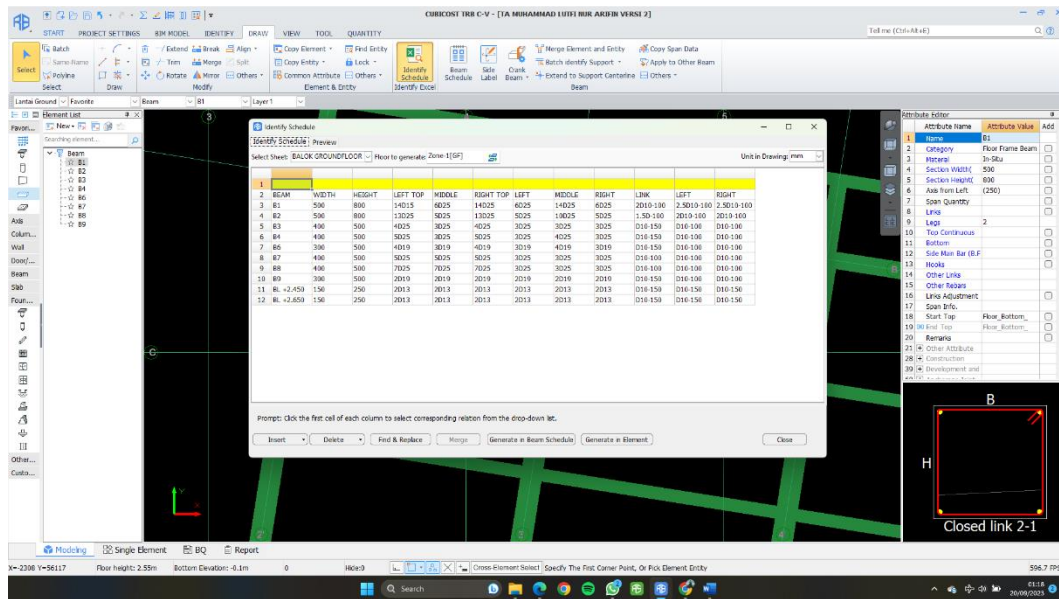


Gambar 4. 21 *Input Tulangan Kolom dalam Software Cubicost TRB*

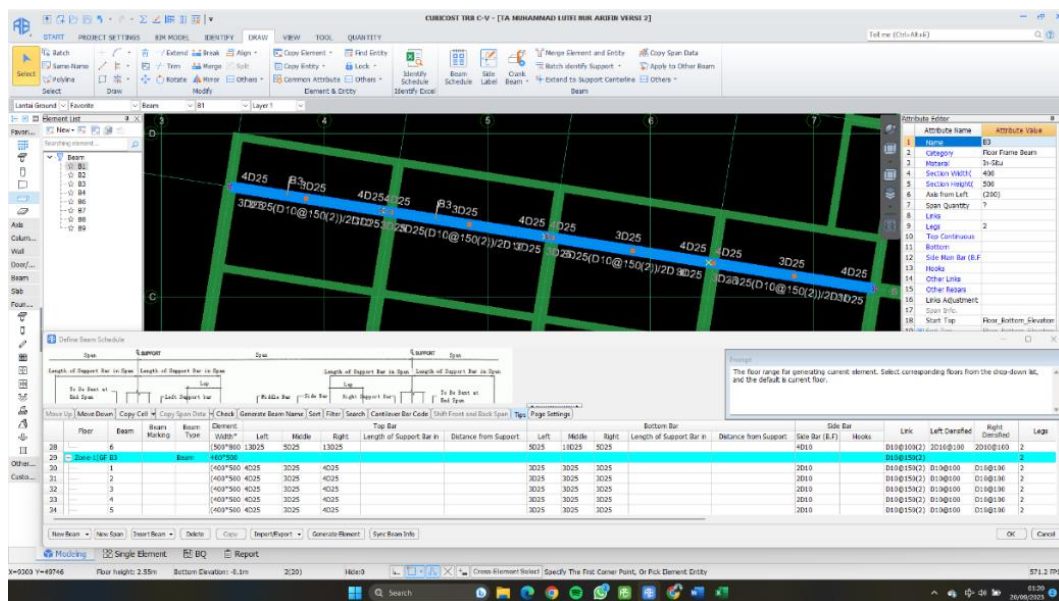
BEAM	WIDTH	HEIGHT	LEFT TOP	MIDDLE TOP	RIGHT TOP	LEFT BOTTOM	MIDDLE BOTTOM	RIGHT BOTTOM	LINK	LEFT	RIGHT
1. BEAM	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
2. B1	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
3. B2	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
4. B3	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
5. B4	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
6. B5	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
7. B6	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
8. B7	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
9. B8	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
10. B9	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
11. B10	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
12. B11	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
13. B12	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
14. B13	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
15. B14	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
16. B15	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
17. B16	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
18. B17	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
19. B18	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
20. B19	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
21. B20	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
22. B21	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
23. B22	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
24. B23	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
25. B24	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
26. B25	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
27. B26	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
28. B27	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
29. B28	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
30. B29	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
31. B30	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
32. B31	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
33. B32	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
34. B33	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
35. B34	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
36. B35	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100
37. B36	800	1400	14025	14025	14025	14025	14025	14025	2000-100	2,3000-100	2,3000-100

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.



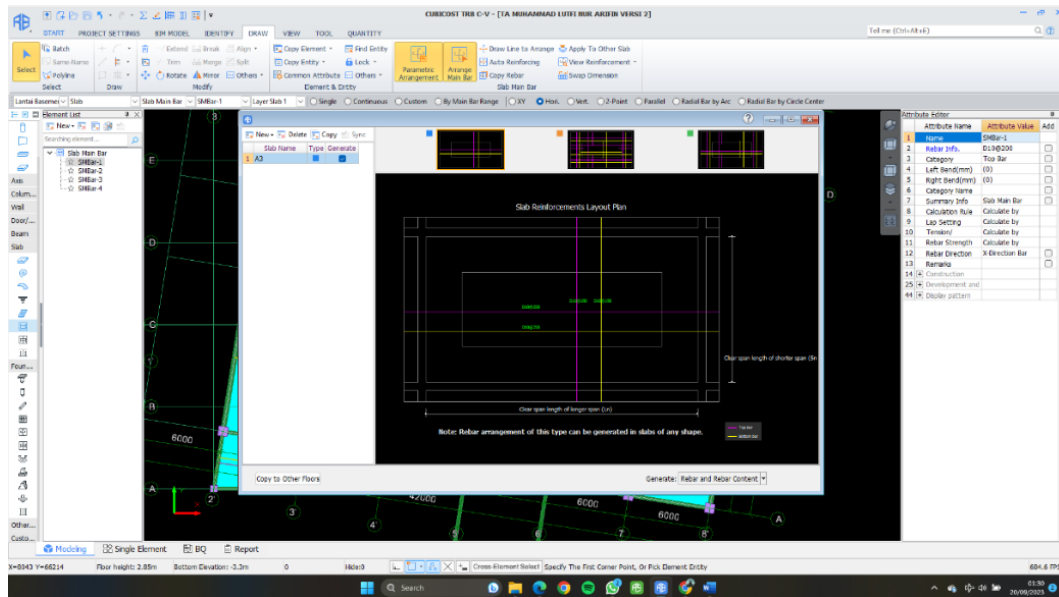
Gambar 4. 23 Identifikasi *Schedule* Balok dalam *Software Cubicost TRB*



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

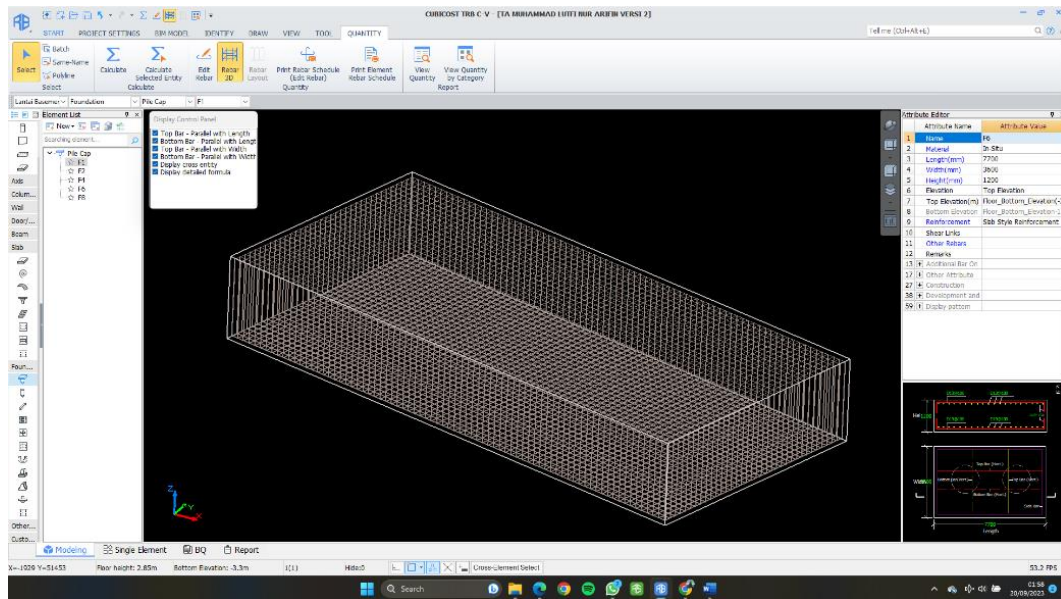
Input tulangan dilanjutkan pada elemen plat lantai, untuk *input* tulangan elemen plat lantai berbeda dengan pemodelan tulangan – tulangan sebelumnya. Dalam penulangan plat lantai, pertama ditentukan terlebih dahulu model penulangan plat lantai yang dipakai pada fitur *Parametric Arrangement* dalam *Slab*

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

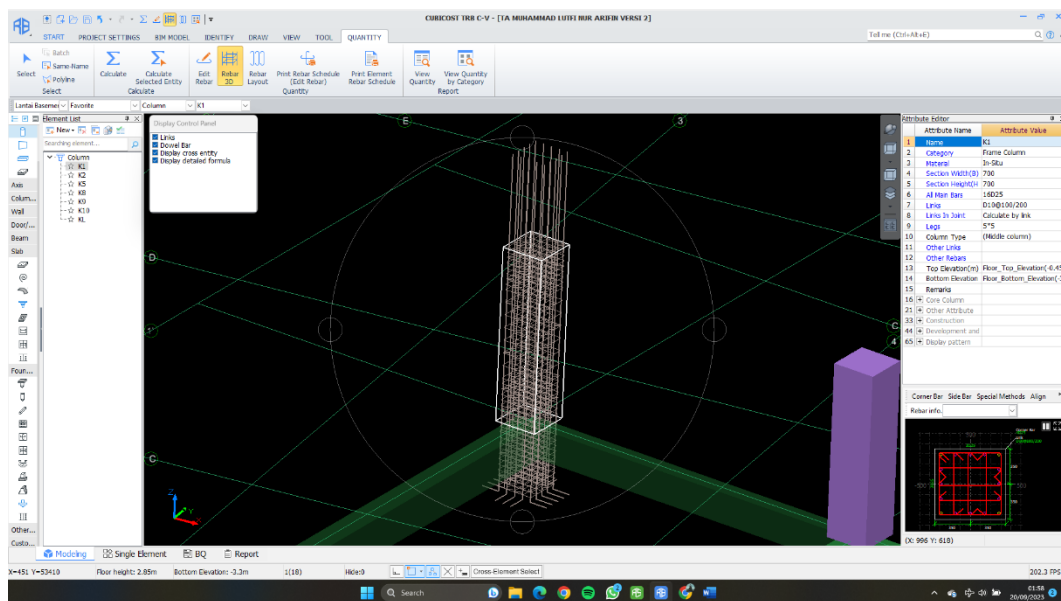


Gambar 4. 25 *Input* Tulangan Plat Lantai dalam *Software Cubicost TRB*

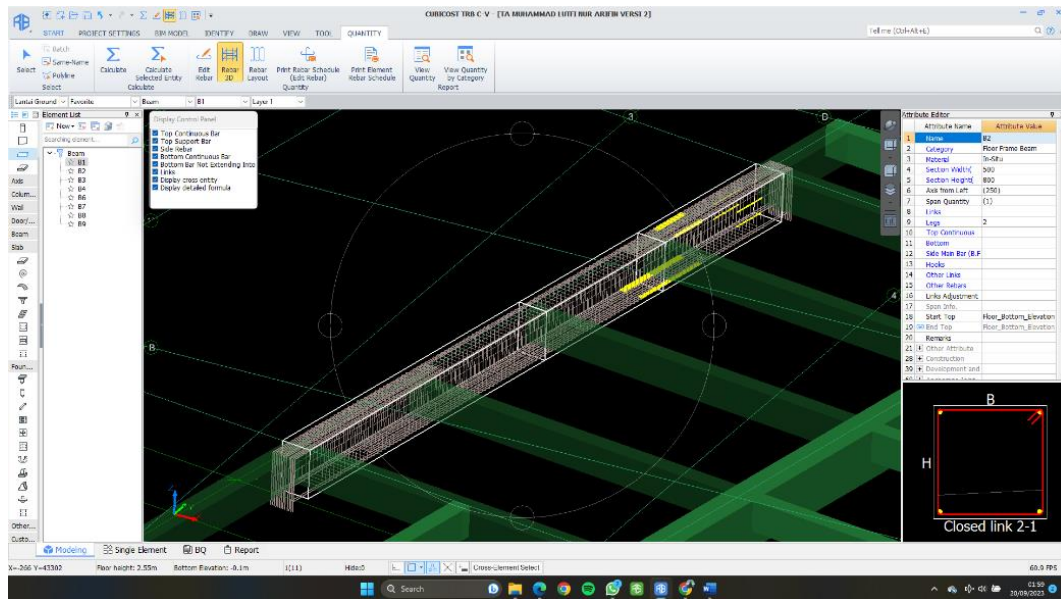
Setelah semua tahapan *input* penulangan selesai pada setiap elemen strukturnya, tahapan berikutnya adalah meng-*copy* elemen struktur yang sama telah di-*input* pada lantai - lantai selanjutnya sehingga semuanya selesai. Dalam *software Cubicost TRB* juga bisa melakukan *early review* setelah semua 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.



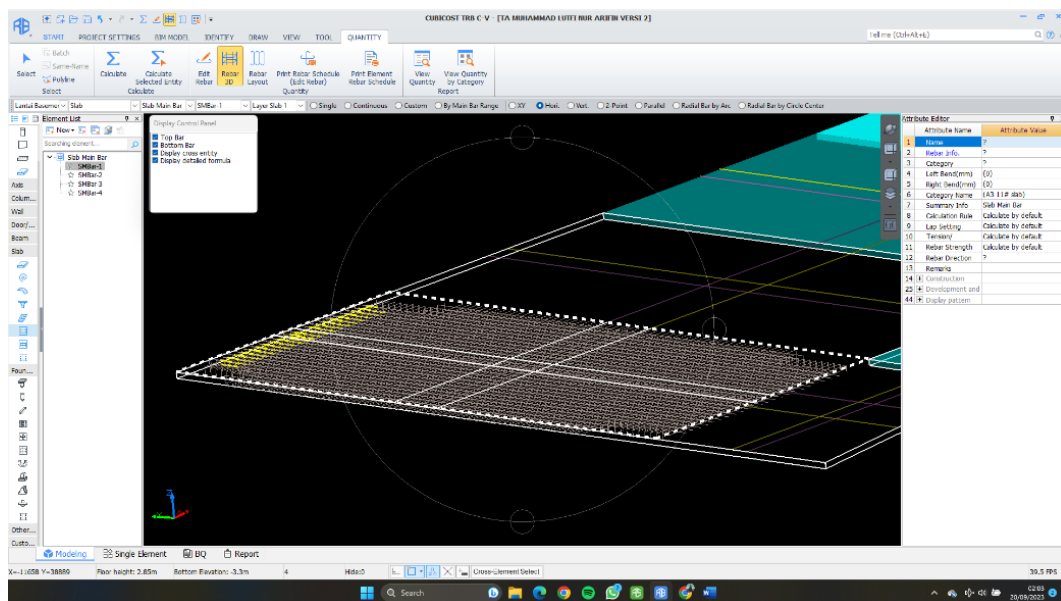
Gambar 4. 26 Hasil *Input* Penulangan *Pile Cap* dalam *Software Cubicost TRB*



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*

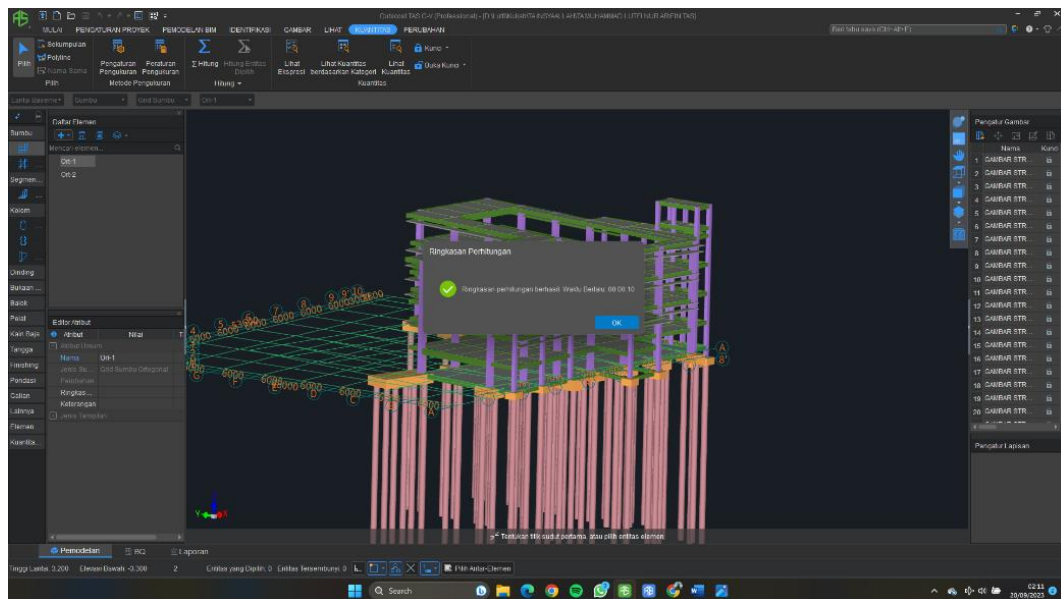
Quantity take off material didapatkan dari proses perhitungan secara detail volume material dan pekerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi. Proses *quantity take off* dilakukan pada elemen struktural bangunan dengan bantuan *software Cubicost TAS* dan *Cubicost TRB*. Hasil dari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



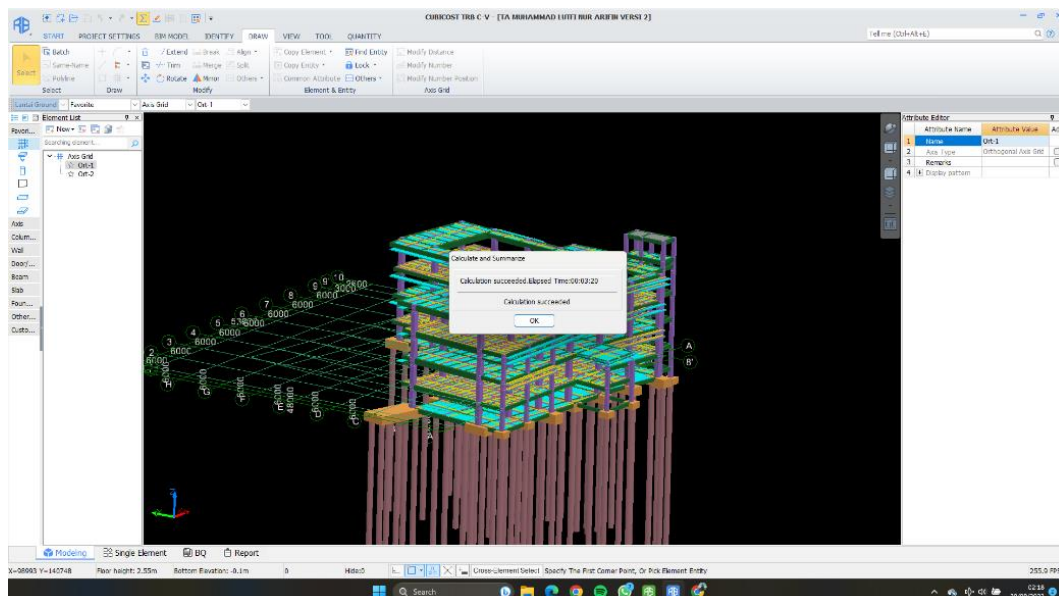
Gambar 4. 30 Proses *Quantity Take Off Material* dalam *Software Cubicost TAS*

Kondisi Kuantitas										Kuantitas			
Lantai	Item	Material	Unit	Jenis	Volume(m3)	Luas (m2)	Luas (m2)	Luas (m2)	Luas (m2)	Luas (m2)	Luas (m2)	Luas (m2)	Luas (m2)
Lantai Basement	B1	Beton In-situ	25.00	Horizontal	10.551	118.482	88.148	45.344	22.300	100.885	2874.714	11	131.005
	B2	Beton In-situ	25.00	Horizontal	14.272	139.209	105.812	52.724	26.000	121.644	2126.894	20	202.221
	B3	Beton In-situ	25.00	Horizontal	3.842	21.018	15.358	5.650	2.000	11.389	575.300	1	12.009
	B4	Beton In-situ	25.00	Horizontal	41.047	231.520	172.550	58.322	28.500	124.389	6157.885	11	131.084
Lantai 1	B5	Beton In-situ	25.00	Horizontal	22.251	112.870	117.280	58.302	22.400	142.381	2324.872	13	165.170
	B6	Beton In-situ	25.00	Horizontal	2.907	21.510	14.881	5.938	5.400	17.344	445.400	3	19.546
	B7	Beton In-situ	25.00	Horizontal	20.201	107.383	134.873	52.719	19.200	115.721	3830.876	12	181.941
	B8	Beton In-situ	25.00	Horizontal	2.058	17.052	11.284	2.655	16.200	13.213	314.732	5	17.286
Lantai 2	B9	Beton In-situ	25.00	Horizontal	1.320	11.547	7.415	1.930	10.800	3.968	122.837	6	11.028
	B10	Beton In-situ	25.00	Horizontal	9.415	82.442	91.589	20.934	6.400	71.476	1412.275	4	74.981
	B11	Beton In-situ	25.00	Horizontal	0.589	11.225	8.203	3.232	1.000	21.745	103.340	2	24.140
	B12	Beton In-situ	25.00	Horizontal	3.343	58.427	44.682	18.804	9.800	98.084	521.431	12	108.474
Lantai 3	B13	Beton In-situ	25.00	Horizontal	3.073	20.349	14.890	5.500	2.000	11.389	550.875	1	12.009
	B14	Beton In-situ	25.00	Horizontal	41.452	228.129	165.834	55.195	28.000	124.389	6222.310	11	131.007
	B15	Beton In-situ	25.00	Horizontal	20.149	102.308	105.813	56.371	23.400	145.885	3822.280	13	167.208
	B16	Beton In-situ	25.00	Horizontal	2.054	17.022	12.210	2.510	5.400	15.882	308.134	3	17.246
Lantai 4	B17	Beton In-situ	25.00	Horizontal	10.651	177.159	124.496	57.710	19.200	115.721	2790.268	12	181.941
	B18	Beton In-situ	25.00	Horizontal	2.005	17.449	11.280	5.981	18.000	14.189	272.751	5	18.914
	B19	Beton In-situ	25.00	Horizontal	1.310	11.079	7.669	1.755	7.200	8.899	196.253	4	11.245
	B20	Beton In-situ	25.00	Horizontal	10.151	88.518	85.781	21.908	8.400	82.081	1418.115	4	65.467
Lantai 5	B21	Beton In-situ	25.00	Horizontal	1.234	22.882	16.414	5.408	4.800	43.139	195.128	6	47.863
	B22	Beton In-situ	25.00	Horizontal	3.253	58.386	43.383	15.832	9.000	100.617	487.865	12	108.472
	B23	Beton In-situ	25.00	Horizontal	3.842	21.018	15.358	5.650	2.000	11.389	575.300	1	12.009
	B24	Beton In-situ	25.00	Horizontal	43.137	234.748	172.053	52.190	28.000	124.389	6470.030	11	131.004
Lantai 6	B25	Beton In-situ	25.00	Horizontal	20.858	103.871	109.730	54.130	21.000	140.288	3134.713	12	181.941
	B26	Beton In-situ	25.00	Horizontal	0.010	0.182	4.882	2.220	1.000	5.989	137.489	1	9.009
	B27	Beton In-situ	25.00	Horizontal	10.054	101.346	130.107	50.910	17.000	170.044	2833.102	11	165.181
	B28	Beton In-situ	25.00	Horizontal	2.251	18.708	12.214	6.158	10.000	14.289	336.136	10	10.119
Lantai 7	B29	Beton In-situ	25.00	Horizontal	1.400	11.549	7.527	3.726	7.200	8.891	210.968	4	11.245
	B30	Beton In-situ	25.00	Horizontal	10.340	81.146	87.230	23.718	8.400	81.884	1503.867	4	65.467
	B31	Beton In-situ	25.00	Horizontal	15.204	114.449	75.290	38.144	7.200	80.342	2280.620	4	107.997
	B32	Beton In-situ	25.00	Horizontal	4.181	22.374	16.724	5.620	2.000	11.389	627.150	1	12.009
Lantai Top	B33	Beton In-situ	25.00	Horizontal	4.360	42.038	29.999	12.022	10.000	20.645	738.880	6	42.125
	B34	Beton In-situ	25.00	Horizontal	4.912	37.245	25.747	15.453	11.000	24.683	624.750	7	38.559

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 pembesian 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

The screenshot displays the 'View Classification Summary Quantity' window in Cubicost TAS. The table is organized with columns for Element Type, Floor, Rebar Strength, and multiple columns for Rebar Weight (kg) and Rebar Diameter (mm) for sizes 10, 13, 16, 19, and 25. A 'Summary (kg)' column is also present. The data is grouped by floor levels, including Basement, Ground Floor, and various upper floors (e.g., 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th, 6th, 7th, 8th, 9th, 10th, 11th, 12th, 13th, 14th, 15th, 16th, 17th, 18th, 19th, 20th, 21st, 22nd, 23rd, 24th, 25th, 26th, 27th, 28th, 29th, 30th, 31st, 32nd, 33rd, 34th, 35th, 36th, 37th, 38th, 39th, 40th, 41st, 42nd, 43rd, 44th, 45th, 46th, 47th, 48th, 49th, 50th, 51st, 52nd, 53rd, 54th, 55th, 56th, 57th, 58th, 59th, 60th, 61st, 62nd, 63rd, 64th, 65th, 66th, 67th, 68th, 69th, 70th, 71st, 72nd, 73rd, 74th, 75th, 76th, 77th, 78th, 79th, 80th, 81st, 82nd, 83rd, 84th, 85th, 86th, 87th, 88th, 89th, 90th, 91st, 92nd, 93rd, 94th, 95th, 96th, 97th, 98th, 99th, 100th). The table also includes a 'Show Subtotal' checkbox and a 'Print this quantity of one take off' option.

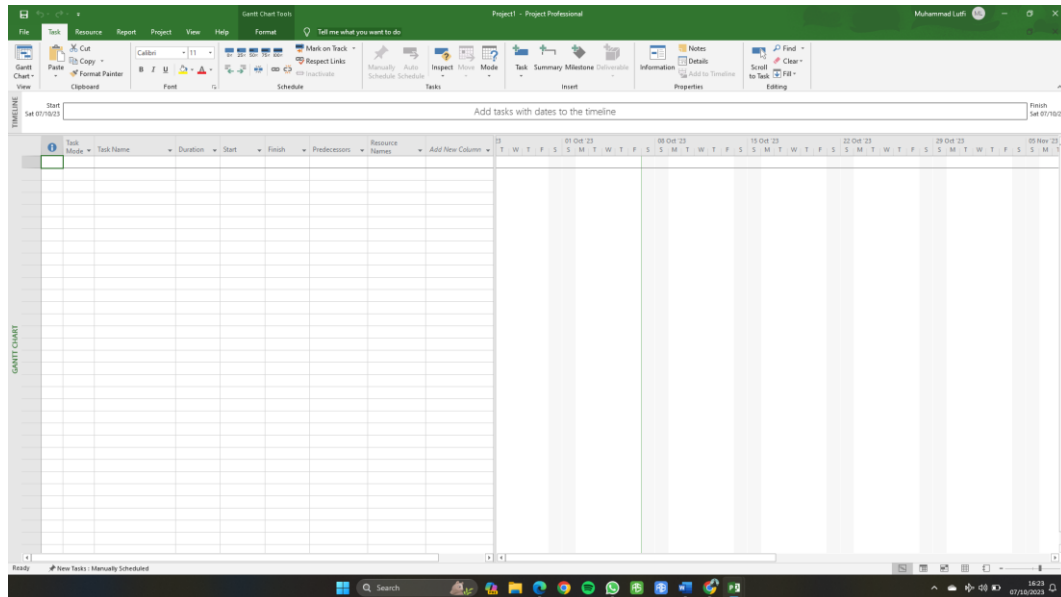
Gambar 4. 33 Hasil *Quantity Take Off Material* dalam *Software Cubicost TAS*

4.2 Perencanaan Penjadwalan Berbasis Penerapan Metode BIM

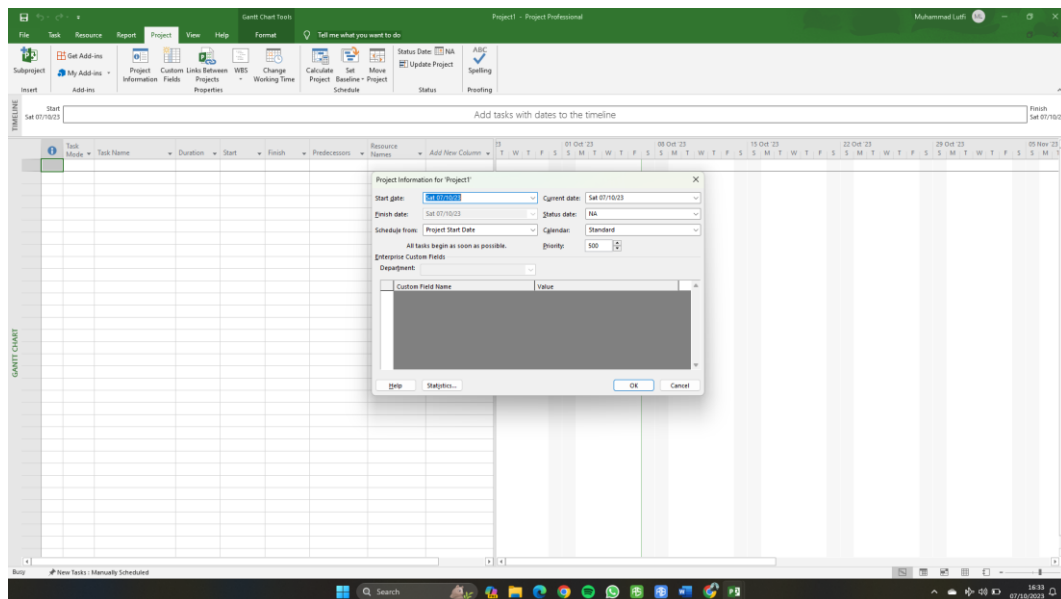
Perencanaan penjadwalan proyek dimulai dengan menghitung durasi pekerja dan untuk setiap item pekerjaan berdasarkan volume pekerjaan dari *quantity take off* dengan metode BIM. Penjadwalan disusun menggunakan *software Microsoft Project* dengan menggunakan hasil *quantity take off* berdasarkan *software* 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 Project*

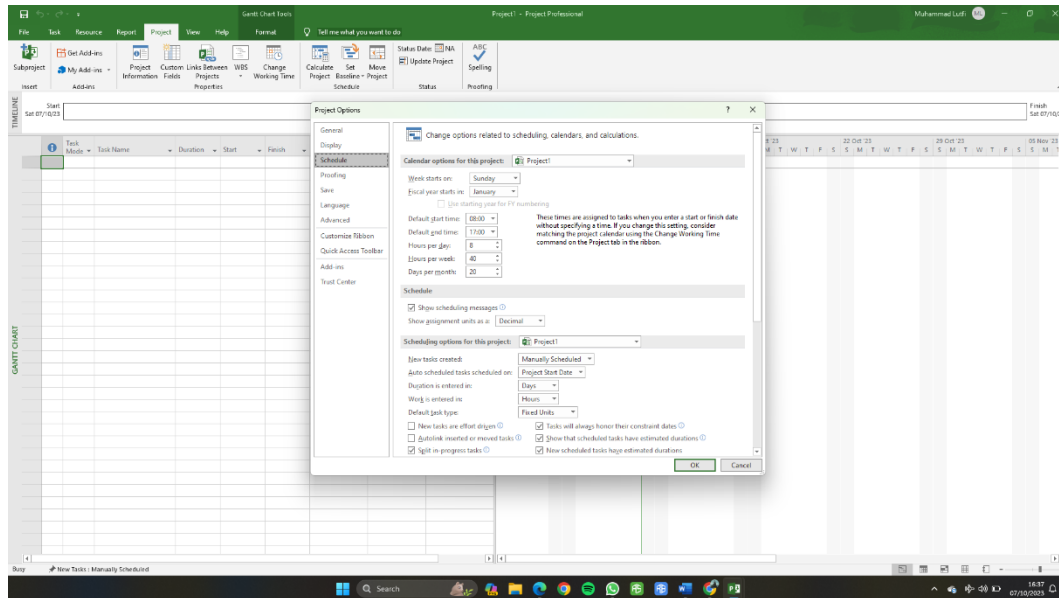


Gambar 4. 35 *Project Setting* Menentukan Mulainya *Project* dan Selesai

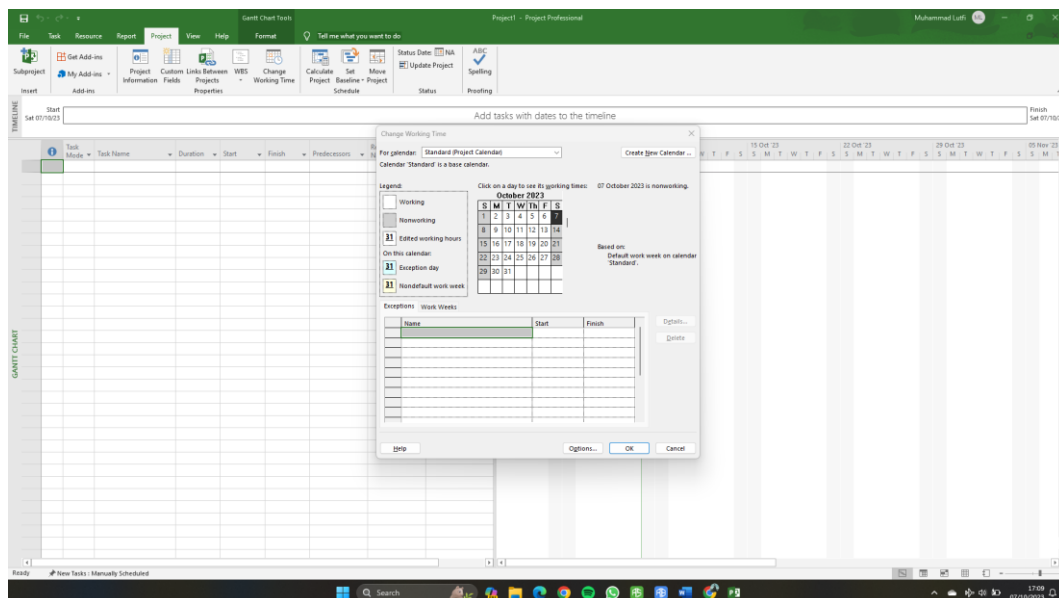
Project dalam *Software Microsoft Project*

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

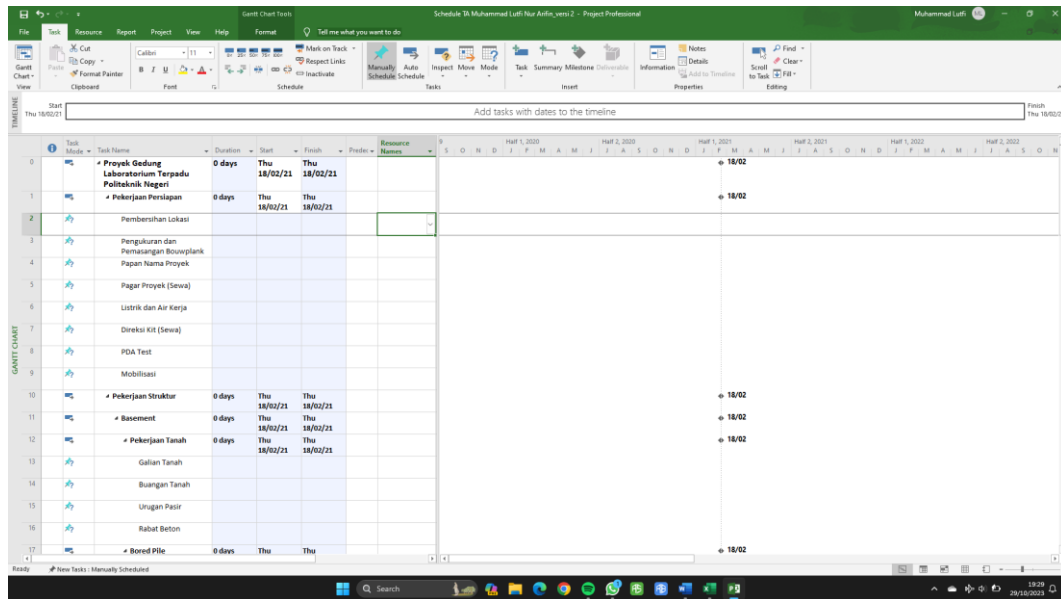
menentukan hari dan tanggal yang libur dalam project tersebut. Langkah selanjtnya yaitu menentukan *task* sesuai rencana *project* dan sesuaikan juga *phase* dan hierarki pekejaanya.



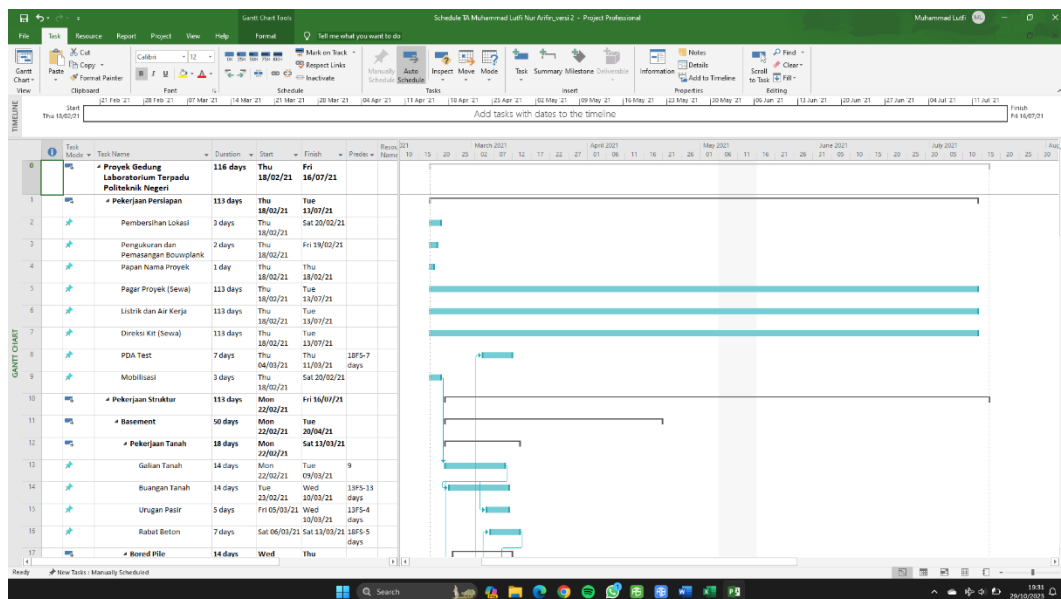
Gambar 4. 36 *Project Options* dalam *Software Microsoft Project*



Gambar 4. 37 Menentukan Hari Libur dalam *Software Microsoft Project*



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

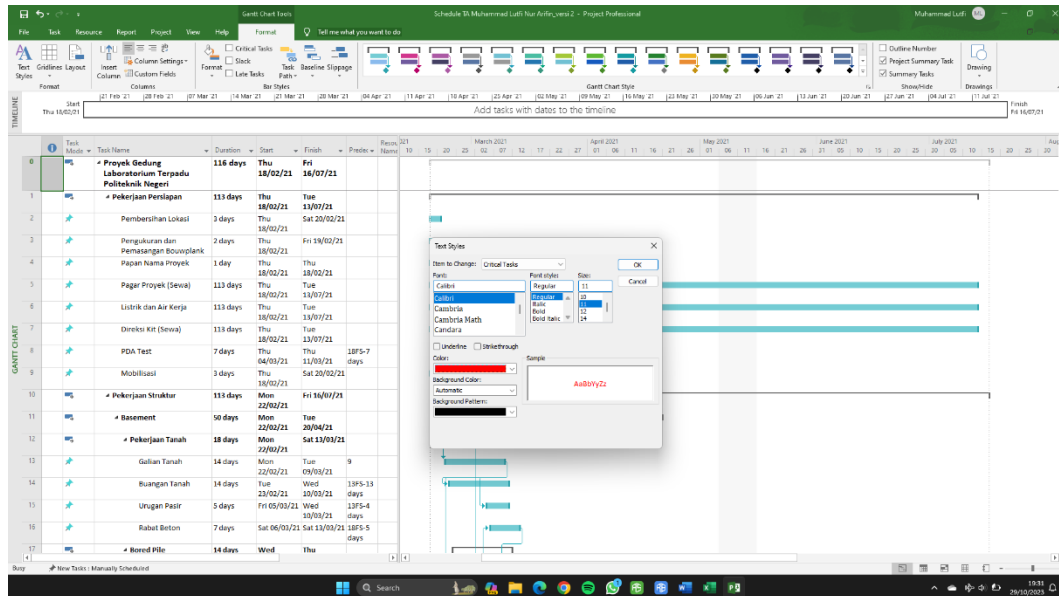


Gambar 4. 39 Estimasi Waktu dan Menentukan Keterikatan *Task* dalam *Software Microsoft Project*

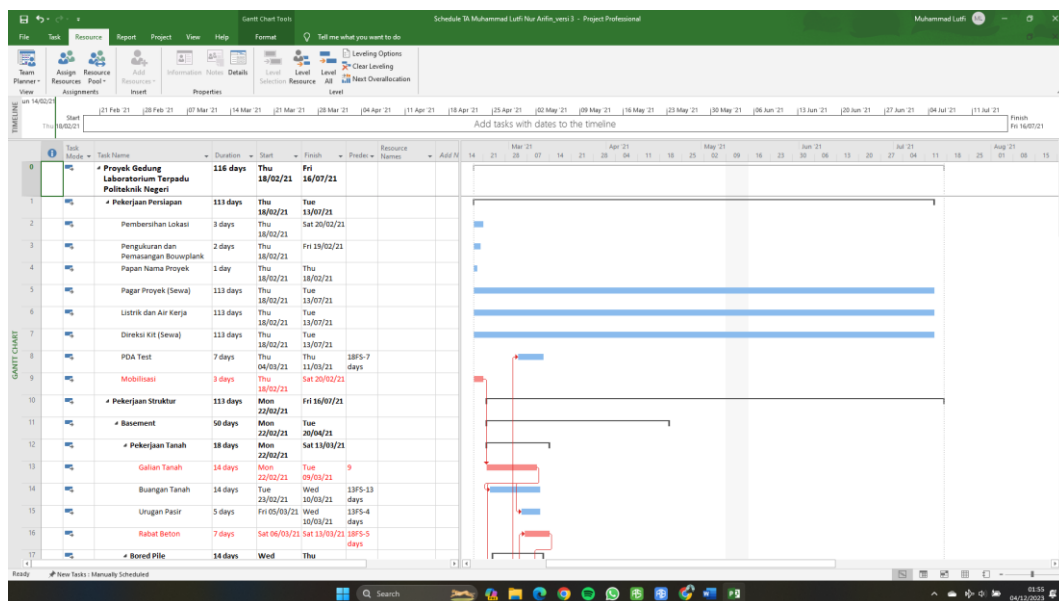
Menentukan *task*, *phase*, dan hierarki pekerjaan sudah selesai, kemudian dilanjutkan dengan mengestimasi waktu pekerjaan dan menentukan keterikatan

antar *taks* dengan cara menentukan id-nya yaitu mengisi *predecessors* dalam *project* tersebut, dapat dilihat pada Gambar 4.39.

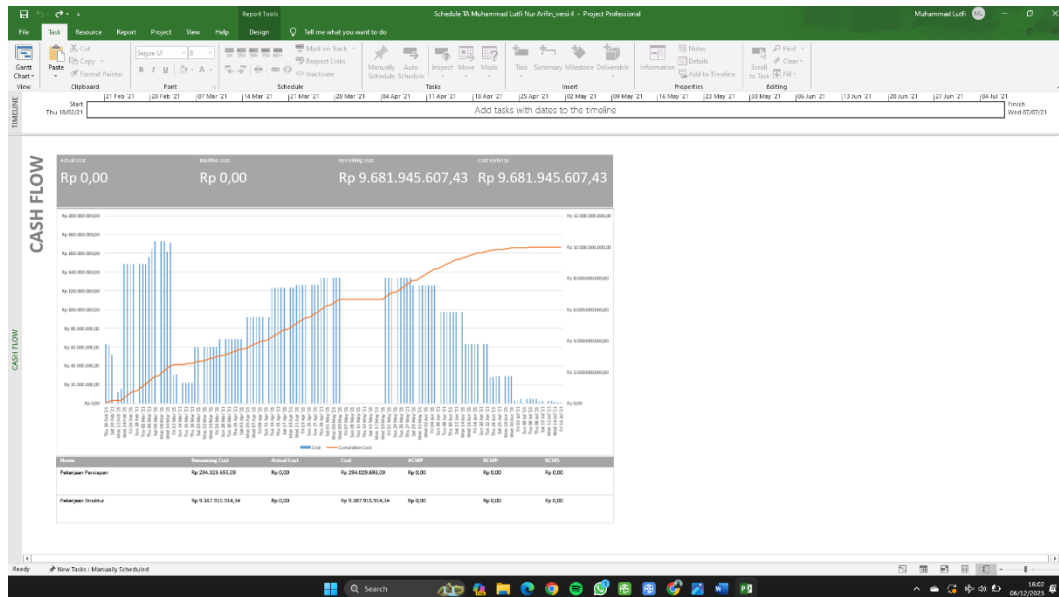
Setelah selesai selanjutnya menentukan *critical tasks* dengan masuk *toolbar* *format* pilih *text styles* kemudian sesuaikan warna *critical tasks* dan centang *critical tasks* di *bar styles*.



Gambar 4. 40 Menentukan *Critical Tasks* dalam *Software Microsoft Project*



Gambar 4. 41 Hasil Penjadwalan dalam *Software Microsoft Project*



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 Pondasi				Rp394.029.893,30
1	pendirian tiang	8.191,87	m2	Rp48.175,00	Rp394.029.893,30
2	pengukuran dan pemasangan bouwplaat	17,65	m2	Rp21.653,00	Rp379.855.520,30
3	pagar nama proyek	1,00	unit	Rp1.000.000,00	Rp1.000.000,00
4	pagar proyek (sewa)	884,40	m3	Rp227.139,34	Rp200.980.410,00
5	listra dan air kerja	8,00	unit	Rp1.868.000,00	Rp14.944.000,00
6	retensi t11 (sewa)	20,00	m2	Rp1.868.000,00	Rp37.360.000,00
7	RTK-nya	1,00	unit	Rp10.000.000,00	Rp10.000.000,00
8	nyalirasi	1,00	unit	Rp100.000.000,00	Rp100.000.000,00
9	Basement				Rp1.298.447.585,30
10	Pekerjaan fondasi				Rp1.298.447.585,30
11	lapah bor, diameter 800 mm	3312	m3	Rp400.000,00	Rp1.324.800.000,00
12	tuang tulpuh	722,918	m3	Rp29.524,00	Rp21.344.876,87
13	tuang air 200				
14	pendirian	48122,47	kg	Rp12.492,80	Rp600.000.912,30
15	beton mutu f'c = 25 Mpa	224,924	m3	Rp350.173,00	Rp78.743.295,80
16	fondasi F1				Rp394.029.893,30
17	beton pondasi	238,42	m2	Rp211.898,80	Rp50.500.478,12
18	pendirian	10.988,51	kg	Rp12.492,80	Rp136.247.753,79
19	beton mutu f'c = 25 Mpa	238,42	m3	Rp350.173,00	Rp83.504.524,12
20	fondasi F2				Rp68.807.811,24
21	beton pondasi	30,18	m2	Rp211.898,80	Rp6.395.098,80
22	pendirian	3773,85	kg	Rp12.492,80	Rp47.146.009,40
23	beton mutu f'c = 25 Mpa	11,109	m3	Rp350.173,00	Rp3.896.752,27
24	fondasi F4				Rp34.088.001,80
25	beton pondasi	21,23	m2	Rp211.898,80	Rp4.497.753,36
26	pendirian	787,425	kg	Rp12.492,80	Rp9.817.226,50
27	beton mutu f'c = 25 Mpa	1,210	m3	Rp350.173,00	Rp424.801,00
28	fondasi F6				Rp68.807.811,24
29	beton pondasi	26,499	m2	Rp211.898,80	Rp5.608.733,07

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

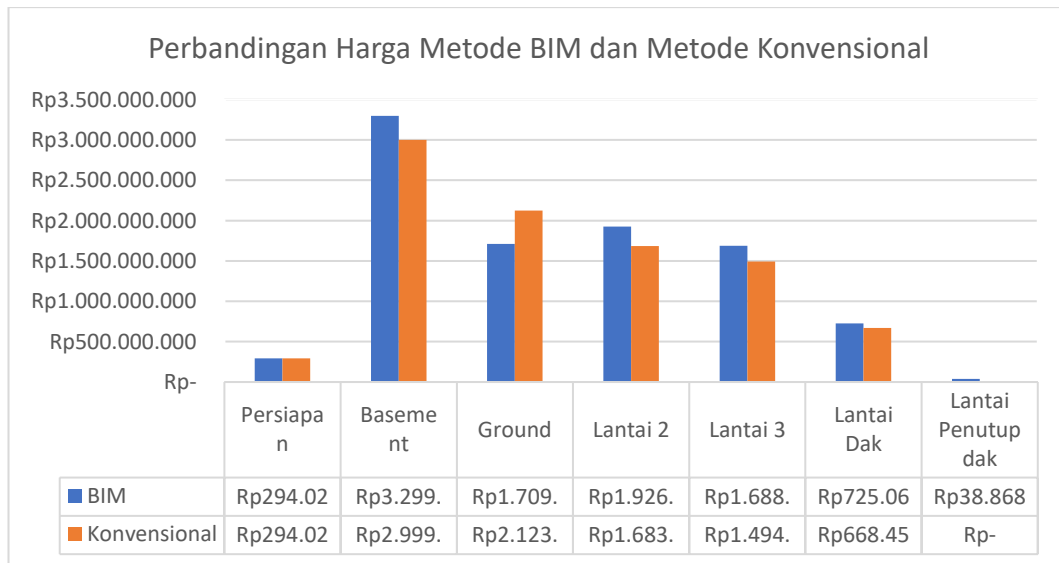
4.4 Perbandingan Estimasi Biaya Proyek

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

Jenis Pekerjaan	Estimasi Biaya Metode Konvensional	Estimasi Biaya Metode BIM	Persentase Selisih
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%
Total	Rp9.263.530.179,94	Rp9.681.945.607,50	-5%

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, menunjukan biaya yang didapatkan lebih besar nilainya.