

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Materi Penelitian

Penelitian ini meneliti tentang perilaku sambungan interior balok-kolom pracetak, dengan benda uji balok T dan kolom persegi, serta balok persegi dan kolom lingkaran. Penelitian ini bertujuan membandingkan kekuatan antara 2 benda uji tersebut. Data-data yang dipergunakan dalam penelitian ini bersumber dari studi literature buku, jurnal, dan penelitian-penelitian lain yang mendukung terlaksananya penelitian ini. Adapun data-data yang digunakan adalah data mekanis bahan.

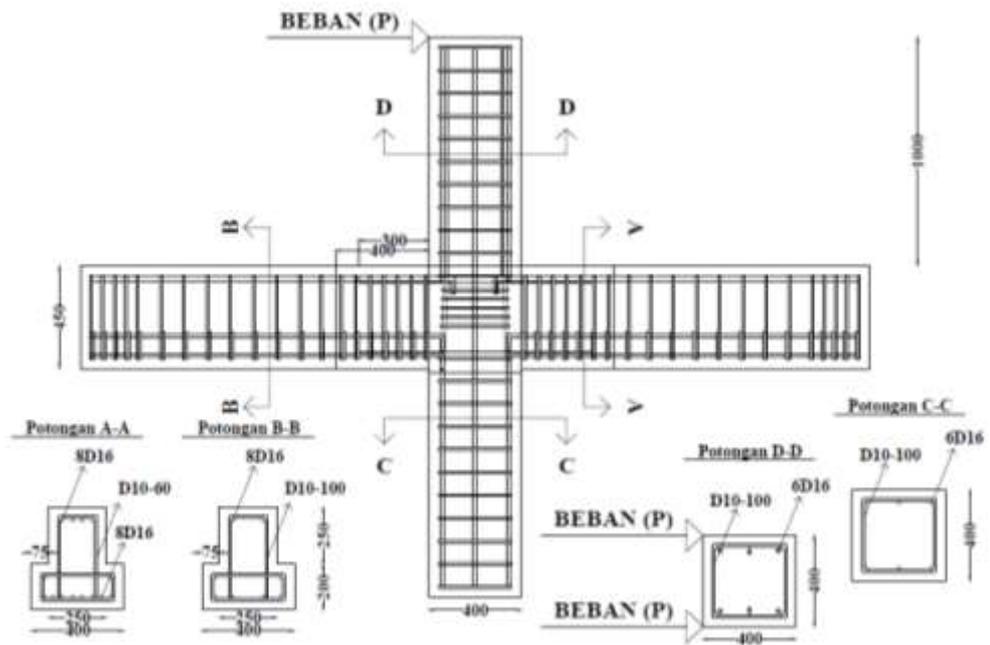
B. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini selama brjalannya penelitian hingga selesai adalah berupa program bantu, yaitu AutoCAD dan ABAQUS CAE 6.13. Autocad digunakan untuk mendesain benda uji sebelum dimodelkan ke dalam ABAQUS, baik dalam mendesain dimensi, dan bentuk penampang balok maupun kolom. Sedangkan ABAQUS 6.13-1 digunakan sebagai program bantu untuk menganalisis bagaimana perilaku dan parameter-parameter yang terdapat pada sambungan beton bertulang pracetak interior balok dan kolom pracetak.

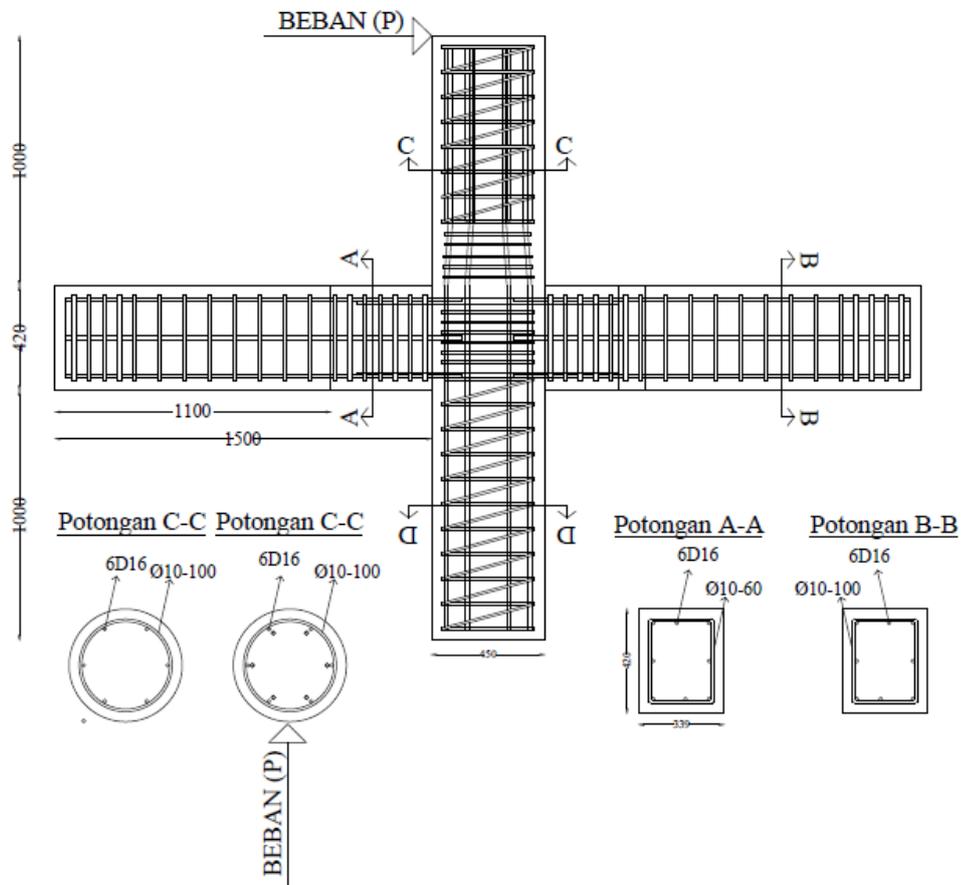
C. Perencanaan Benda Uji

Perencanaan benda uji merupakan desain awal benda uji, termasuk jenis sambungan, dimensi penampang, serta data-data perencanaan yang diperlukan. Adapun detail desain model 1 benda uji sambungan interior balok T dan kolom persegi dapat dilihat pada Gambar 4.1. untuk detail model 2 sambungan interior balok persegi dan kolom lingkaran dapat dilihat pada Gambar 4.2. Pada tahap perencanaan benda uji dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan bentuk penampang, dan dimensi yan akan di rencanakan
2. PengGambaran benda uji dengan menggunakan program bantu AutoCAD
3. Penyesuaian Gambar dengan aturan-aturan detail pengGambaran penampang dan dimensi sesuai dengan SNI
4. Melakukan pemodelan dengan ABAQUS setelah Gambar rencana benda uji selesai.



Gambar 4.1 Detail model 1



Gambar 4.2 Detail model 2

D. Pemodelan dengan ABAQUS 6.13

Penelitian yang dilakukan ini melalui beberapa prosedur sebagai berikut :

- 1) Menentukan topik yang akan diambil sebagai Tugas Akhir. Dengan telah ditentukannya topik tugas akhir maka langkah selanjutnya dapat dilakukan, yaitu studi literatur
- 2) Studi literatur, pemodelan balok kolom Precast dengan ABAQUS. Peneliti melakukan studi literatur guna menambah landasan teori, daftar pustaka, guna mengambil studi kasus data material yang akan digunakan nantinya pada pemodelan ABAQUS.
- 3) *Input* data material dan benda uji.

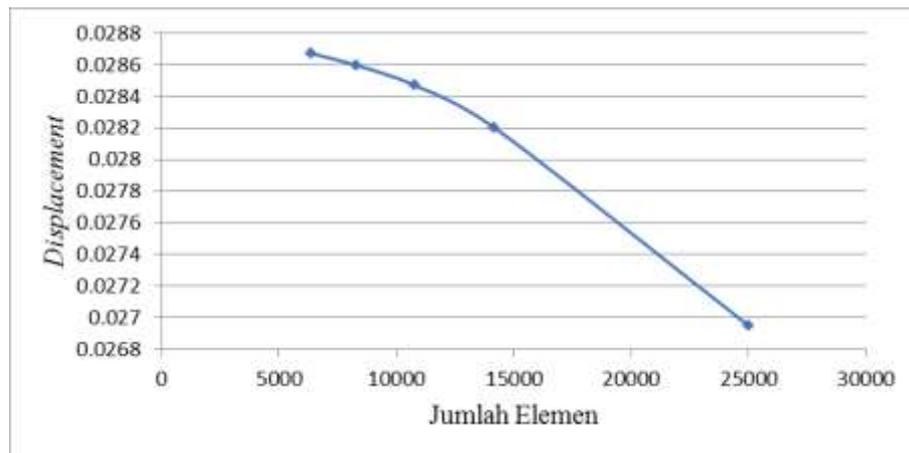
Memasukkan data (*input file*) ke modul ABAQUS 6.13-1 dan dianalisis (proses *running*), data yang dimasukkan berupa detail benda uji serta sifat mekanik material beton dan baja untuk dimasukkan ke dalam pemodelan ABAQUS, sehingga dapat dilakukan proses *running* model guna menganalisis hasil *running*. Hasil konvergensi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

- 4) Hasil dan analisis data, data hasil *running* dengan bantuan program ABAQUS setelah *completed* selanjutnya akan dibahas dan dianalisis pada bagian pembahasan dan hasil. Sebelum dilakukannya analisis dan pembahasan hasil yang didapatkan. Dilakukan konvergensi terlebih dahulu, guna mempertimbangkan data yang digunakan apakah dapat di proses ke dalam hasil dan pembahasan.

a. Konvergensi model 1

Tabel 4.1 Data konvergensi model 1.

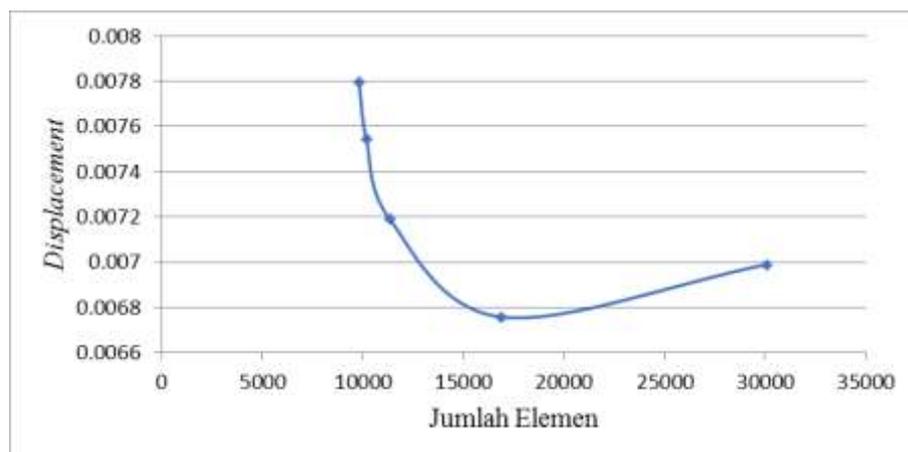
<i>Mesh</i>	<i>Displacement</i> (u)	Jumlah Elemen	%Kesalahan
40	0.00699033	30102	
			3.447495105
50	0.00675737	16881	
			6.021420436
60	0.00719033	11337	
			4.700602652
70	0.00754499	10170	
			3.202221028
80	0.00779459	9810	



Gambar 4.3 Grafik konvergensi model 1

Tabel 4.2 Data konvergensi model 2.

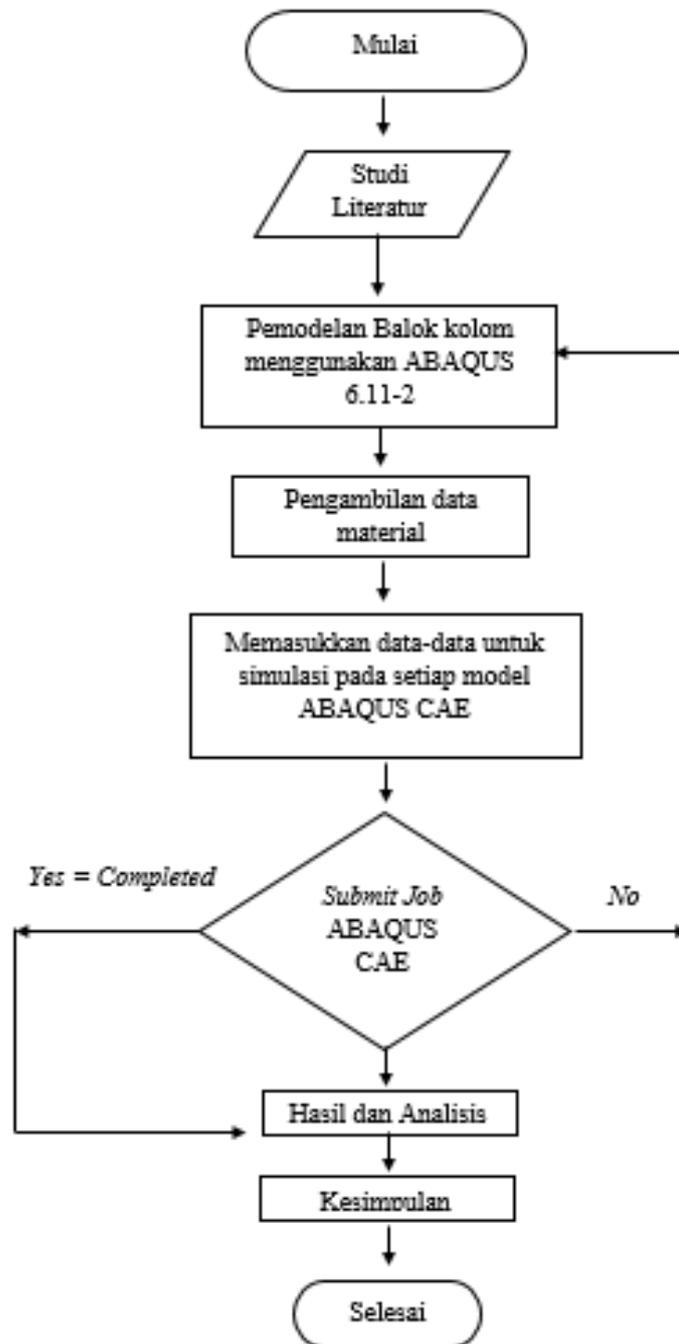
Mesh	Displacement (u)	Jumlah Elemen	% Kesalahan
40	0.0269526	10750	
			4.432893188
50	0.0282028	8250	
			0.937487926
60	0.0284697	6329	
			0.440277525
70	0.0285956	4878	
			0.264027093
80	0.0286713	4626	



Gambar 4.4 Grafik konvergensi model 2

5) Kesimpulan.

Kesimpulan berisi tentang intisari dari pembahasan dan hasil analisis data yang dapat diambil setelah proses pembahasan dan analisis selesai dilakukan.

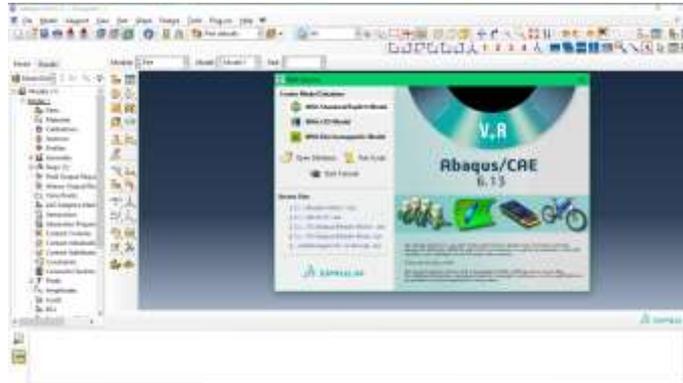


Gambar 4.5 Bagan alir penelitian

Fasilitas yang tersedia didalam program ABAQUS CAE sangat lengkap sehingga pemodelan benda uji bisa langsung dilakukan tanpa bantuan *software* lain. Berikut ini adalah cara mengGambarkan model dengan menggunakan fasilitas ABAQUS CAE 6.13-1.

1. Membuka ABAQUS CAE

Untuk masuk ke program ABAQUS CAE bisa dipilih dari *desktop* atau dari panel *start*, Kemudian baru membuka ABAQUS CAE. Setelah tampilan layar pada *viewport* muncul maka pilih *creating model database*.



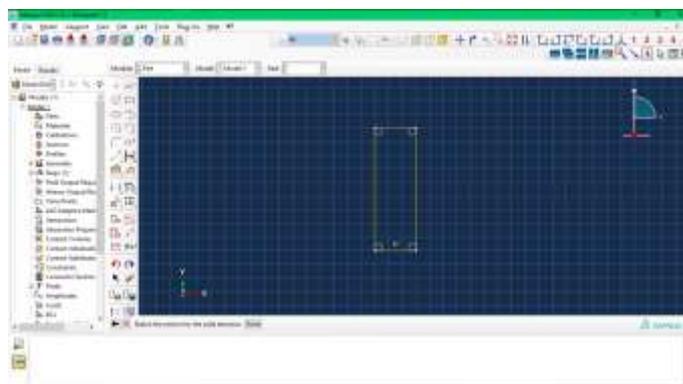
Gambar 4.6 Viewport ABAQUS CAE

2. Pemodelan Part

Melakukan pemodelan geometri benda yang akan diuji. Dimensi dari benda uji dimasukkan kedalam *field* atau kolom yang tersedia didalam *part*. Dalam melakukan pemodelan yang harus perlu diperhatikan adalah bentuk, model dan dimensi benda yang dibuat karena disini tersedia beberapa model yang bisa dipilih dan berpengaruh terhadap proses simulasi yang akan dilakukan.

a. Part

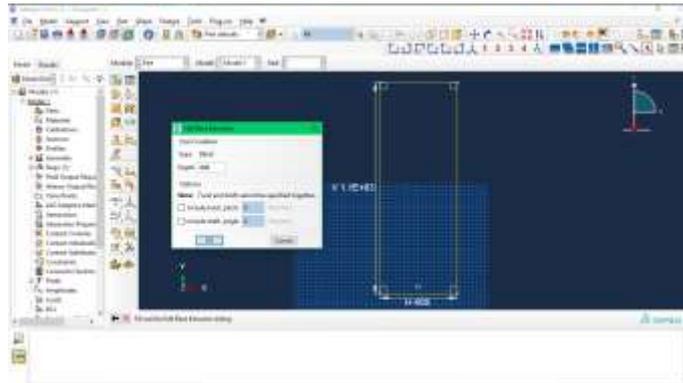
Pemodelan *part* yang dilakukan adalah bentuk penampang dan dimensi dari penampang yang ingin dimodelkan seperti desain awal benda uji.



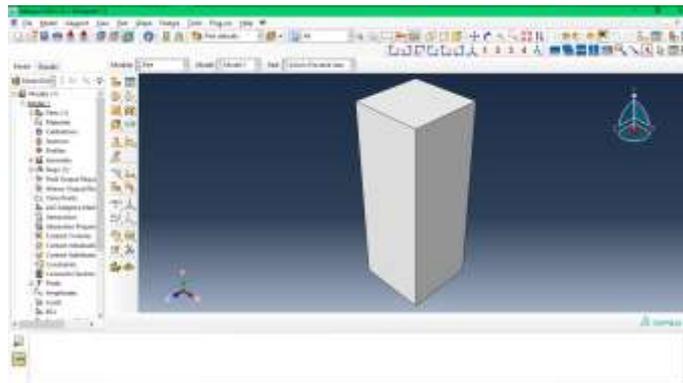
Gambar 4.7 Pemodelan part kolom

b. Dimensi

Pemodelan dimensi berupa ukuran penampang, baik panjang dan lebar (Gambar 4.8). Kemudian apabila dimensi panjang dan lebar telah dibuat dilanjutkan dengan tebal dari benda uji yang akan dibuat. Apabila telah selesai, model *part* benda uji akan tampak seperti Gambar 4.9.



Gambar 4.8 Pemodelan dimensi benda uji



Gambar 4.9 Part kolom

3. Pengaturan *Property*

Modul yang telah dibuat selanjutnya diberi *property* agar bisa dianalisis oleh *solver* ABAQUS. Dalam memasukkan *property* material kedalam model yang telah dibuat harus cermat dan teliti karena bisa jadi ada bagian yang lupa didefinisikan. Kegagalan dalam proses *running* terhadap benda uji yang telah dibuat salah satunya karena lupa memberikan definisi material, *section* material dan *assign section* material yang akan diuji. Pilih *property* kemudian klik *Create Material* dari kotak dialog *Edit material* lakukan proses memasukkan data material benda yang akan dianalisis. Untuk

simulasi ini material benda uji adalah beton dan baja. Didalam material *options*, masukkan *density*, sifat elastis dan sifat plastis. Berikut langkah-langkahnya :

- a. *Double klik* material, dan ketik nama material pada kotak *name*
- b. Klik *general*, klik *density* masukkan nilai *density* bahan (Gambar 4.10).
- c. Klik *mechanical*, klik *elastic*, masukkan modulus elastisitas bahan pada kotak *young's modulus* dan 0.3 pada kotak *poisson's ratio* (Gambr 4.11).
- d. Pilih *plasticity*, *Concrete compressive damage* dan *Concrete tensile damage* (Gambar 4.12) kemudian isikan data mekanis bahan.

Adapun data-data yang digunakan adalah sebagai berikut :

1) Beton

$$F'_c = 17 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = 19378 \text{ MPa}$$

Adapun untuk data *plasticity* beton sesuai pada Tabel 4.3

2) Baja

Material baja yang digunakan pada penelitian ini adalah dimensi tulangan dengan diameter 10 dan 16. Untuk data-data mekanis material sebagai berikut :

$$F_y = 420 \text{ Mpa}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = 200000$$

$$\text{Density} = 7850 \text{ Kg/m}^3$$

Untuk data *plasticity* bahan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

- e. Kemudian OK.

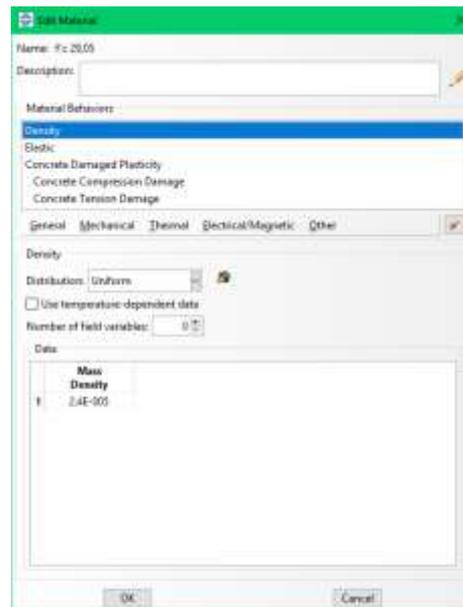
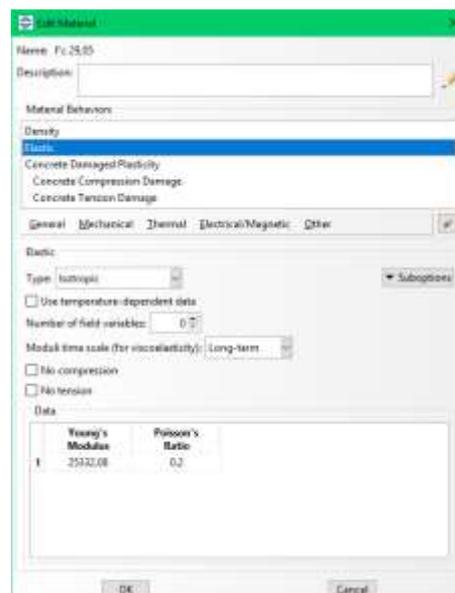
Maka detail material selesai dimasukkan dan dapat dilakukan ke tahap berikutnya.

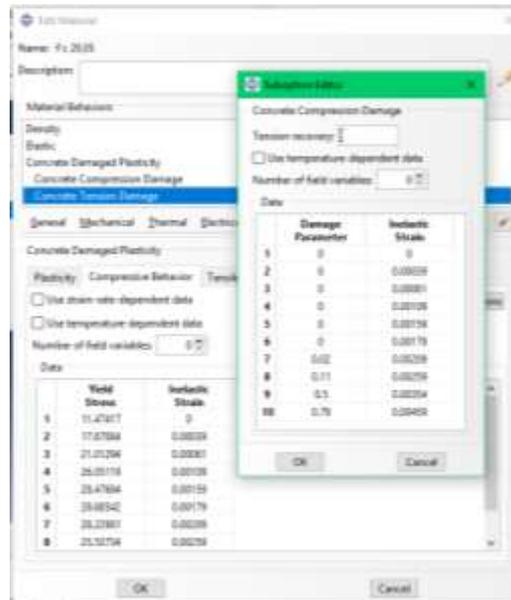
Tabel 4.3 Data *plasticity* beton (Jankowiak, 2014)

<i>Concrete Compression Hardening</i>		<i>Concrete compression Damage</i>	
<i>Stress (Mpa)</i>	<i>Crushing Strain (-)</i>	<i>Damage C (-)</i>	<i>Crushing Strain(-)</i>
15.0	0.0	0.0	0.0
20.1978	0.000075	0.0	0.000075
30.0006	0.000099	0.0	0.000099
40.3038	0.000154	0.0	0.000154
50.0077	0.000762	0.0	0.000762
40.2361	0.00255	0.195402	0.00255
20.2361	0.005675	0.596328	0.005675
5.2576	0.011733	0.894865	0.011733
<i>Concrete Tension Stiffening</i>		<i>Concrete Tension Damage</i>	
<i>Stress (Mpa)</i>	<i>Craking Strain (-)</i>	<i>Damage T (-)</i>	<i>Cracking Strain (-)</i>
1.99893	0	0.0	0
2.842	0.000033	0.0	0.000033
1.86981	0.000160	0.404641	0.000160
0.86981	0.000280	0.69638	0.000280
0.226254	0.000684	0.920389	0.000684
0.056576	0.001087	0.001087	0.001087

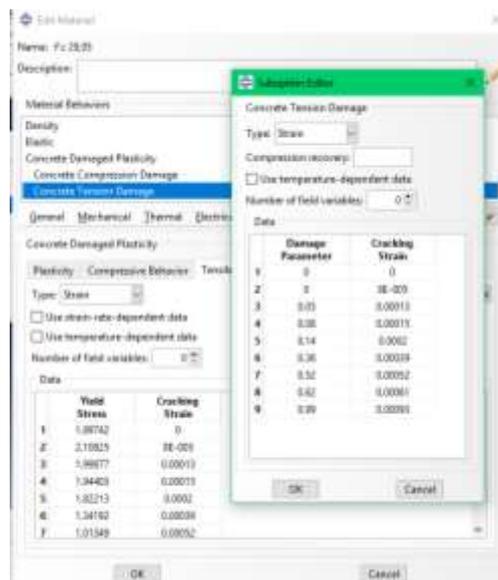
Tabel 4.4 Data *steel plasticity* (Modul ABAQUS).

Stress	Strain
420	0
420	0.018
500	0.028
500	0.198

Gambar 4.10 Pengisian Data *Density*Gambar 4.11 Pengisian data *elastic*

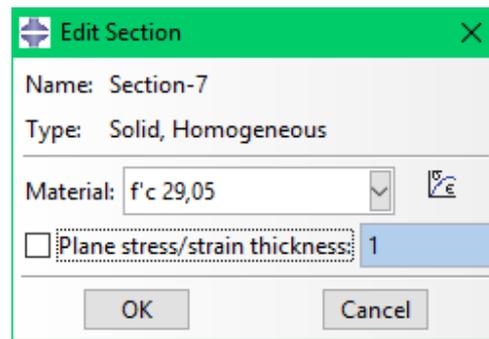


Gambar 4.12 Pengisian Data *concrete compressive damage*

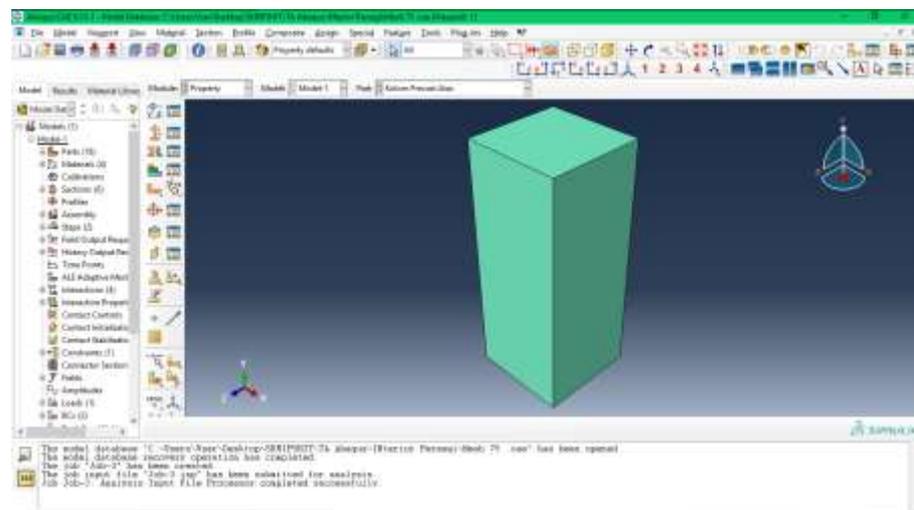


Gambar 4.13 Pengisian data *concrete tension damage*

- f. *Double klik section*, dan ketik nama section, pada kotak *name* dan pilih *solid homogeneous*, klik tombol *continue* dan pada *edit section*, kemudian klik OK (Gambar 4.14). Setelah itu *assign section* sesuai dengan *part* yang diinginkan (Gambar 4.15)



Gambar 4.14 Viewport creat section



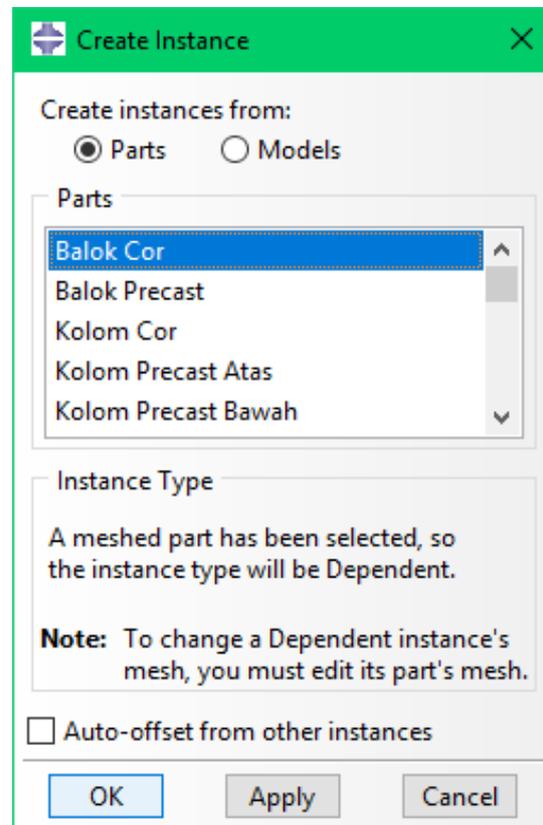
Gambar 4.15 Assign section.

4. *Assembly part* menjadi 1 kesatuan

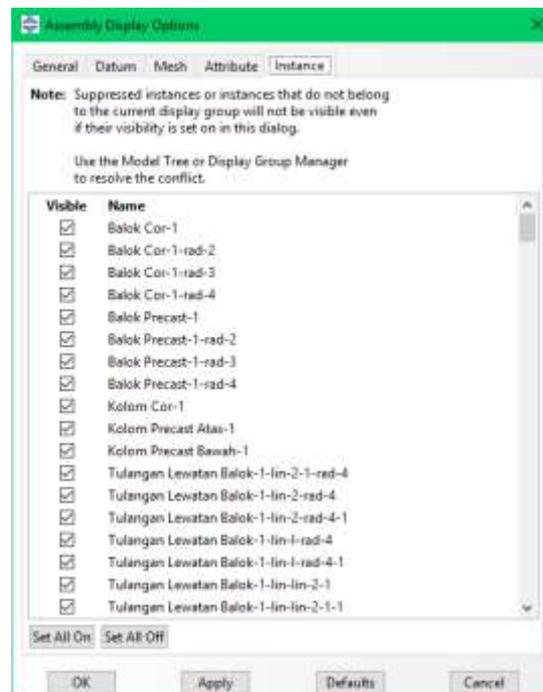
Assembly menyediakan menu untuk merakit beberapa bagian model menjadi satu kesatuan (*instance*) sehingga memudahkan kita untuk melakukan *moedelling*. Di dalam menyusun bagian-bagian benda menjadi sebuah model yang baik bisa dilakukan dengan cara manual tergantung dari keinginan kita dalam melakukan penyusunan karena hal ini tidak mempengaruhi proses analisis.

- a. *Double* klik *instance* pada menu *assembly*, pilih bagian/*part* yang ingin kita rangkai kemudian OK (Gambar 4.16).
- b. Kemudian untuk memudahkan proses perangkaian *part*, dapat menggunakan menu *view assembly* yang berfungsi untuk

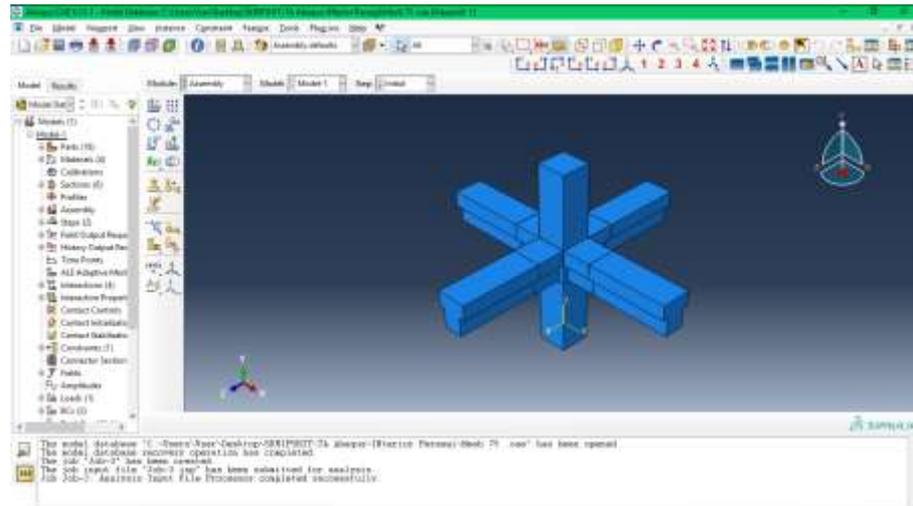
menampilkan/menyembunyikan *part* (Gambar 4.17). kemudian proses perangkaian tulangan hingga selesai (Gambar 4.18).



Gambar 4.16 *Create Instance*



Gambar 4.17 *Assembly display option*



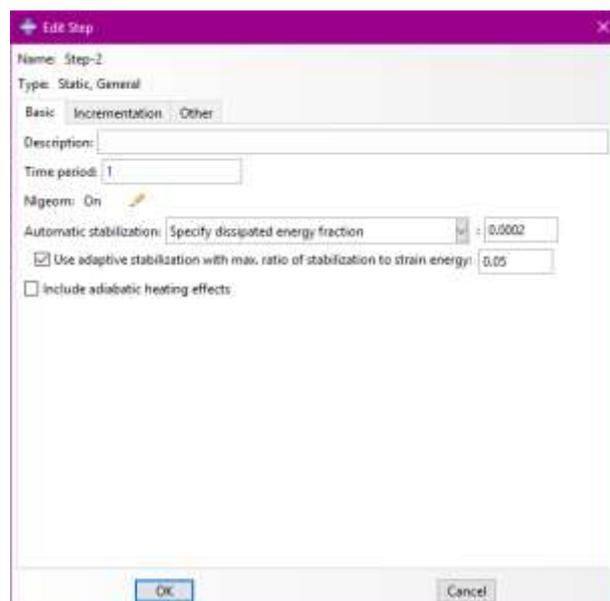
Gambar 4.18 Assembly part

5. Step

Langkah *Step* digunakan untuk menentukan langkah yang akan dilalui selama proses simulasi. Dalam menentukan *Step* yang diinginkan maka harus mengetahui model dari benda yang diuji. *Step* yang dipilih tergantung dari berapa banyak proses yang dilakukan oleh model. Penelitian *deep drawing* ini mengambil *step General, Static*.

Berikut langkah-langkahnya :

- a. Pilih menu step, pilih general static
- b. Kemudian atur *increment* dan *time running running* yang diinginkan.

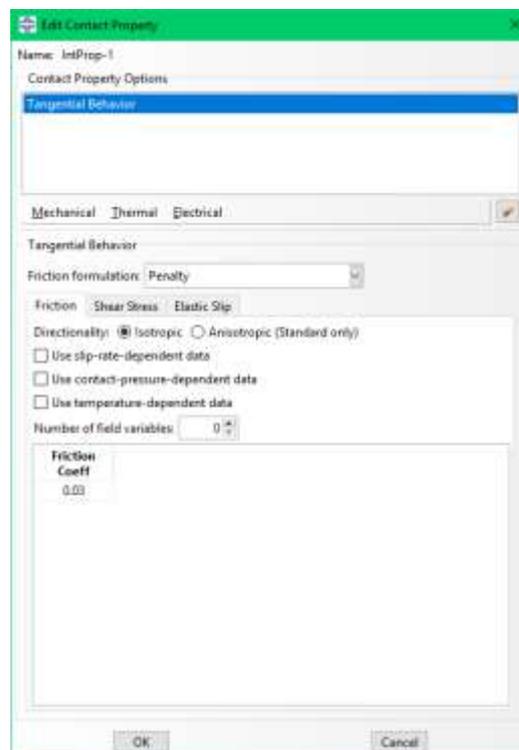


Gambar 4.19. Viewport Time Period pada Step

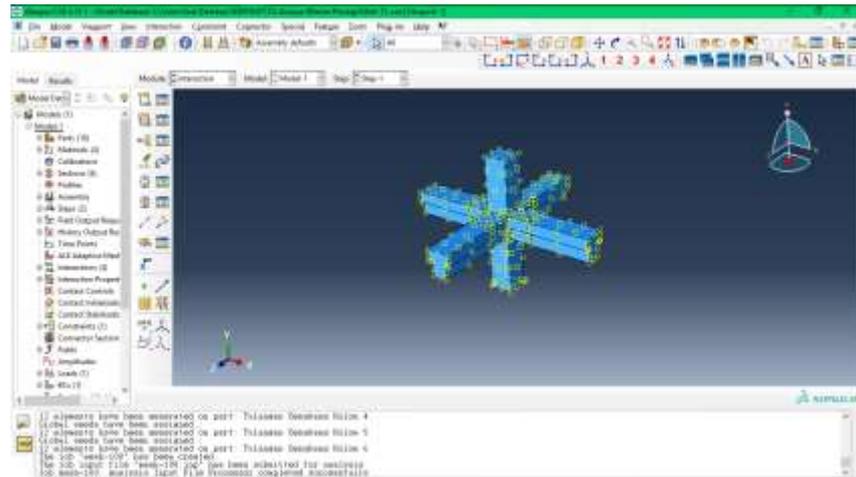
6. *Interacition*

Modul interaction berfungsi untuk menentukan bidang kontak atau jenis interaksi yang dialami oleh model. Dalam interaction properties ditentukan besarnya koefisien gesek dari tiap bagian yang bergesekan.

- Double klik* pada modul *interaction* ketik nama *Diesblank* dan pilih *contact, continue*.
- pada *edit contact property*, pilih *mechanical* dan klik *tangensial behavior*(Gambar 4.20) dan pilih *penalty friction formulation*. Masukkan nilai koefisien gesek beton pada friction koefisien, OK.
- Kemudian ulangi lagi hingga proses *interaction* selesai.
- Selain itu, dapat juga memberikan *constraint* pada model benda uji yang dimodelkan. Double klik *constraint*, berikan nama pada kotak *name* dan pilih Pada edit *Constraint*, pilih *embedded region* untuk bagian yang dianggap tertanam yaitu tulangan dan *host region* untuk beton, sehingga interaksi antar *part* di model selesai.



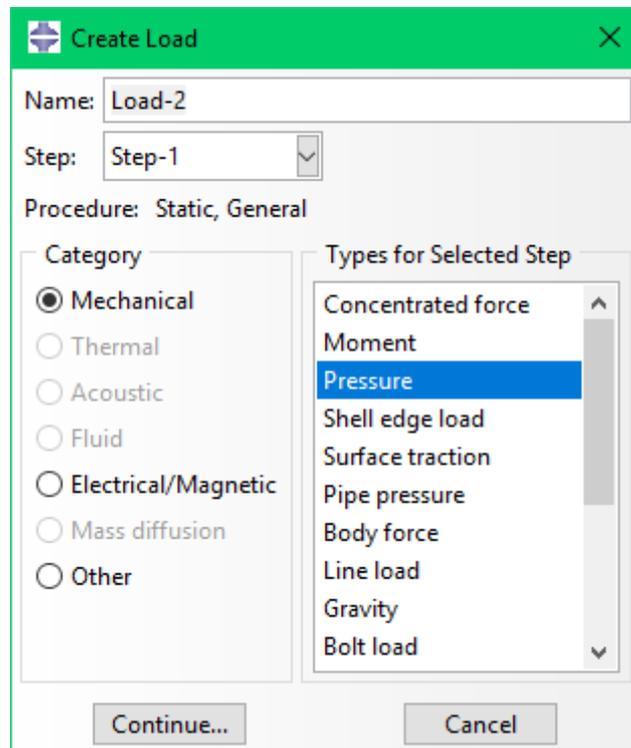
Gambar 4.20 *Contact property, tangensial behavior*

Gambar 4.21 *interaction*

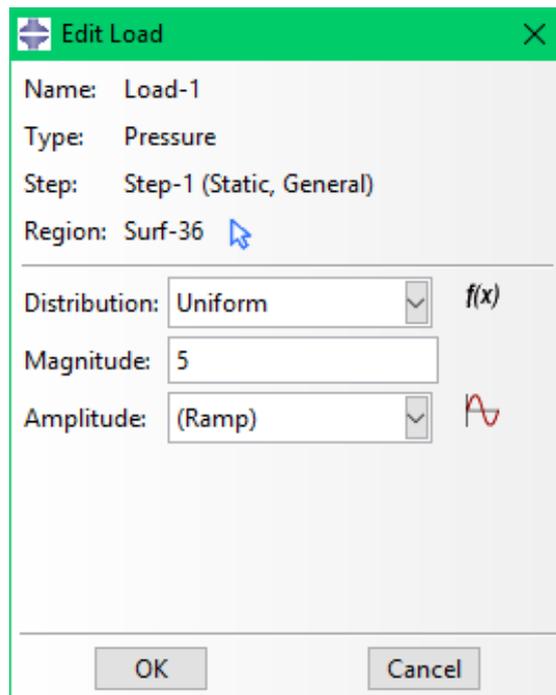
7. Load/Beban

Menu load digunakan untuk menentukan jenis dan jumlah beban yang akan diberikan ke model langkah-langkahnya sebagai berikut :

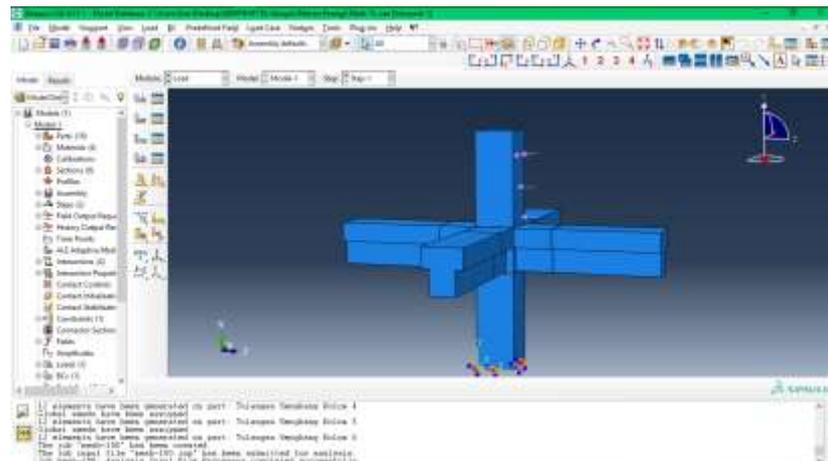
- a. Pilih menu load, kemudian tentukan jenis beban (Gambar 4.22).
- b. Pilih bagian model yang akan diberikan beban, kemudian masukkan jumlah bebannya (Gambar 4.23).



Gambar 4.22 Menentukan jenis beban yang akan dimasukkan.



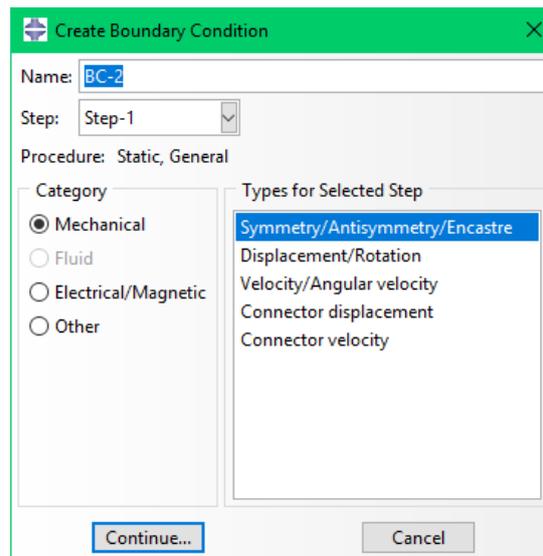
Gambar 4.23 Menentukan jumlah beban yang akan dimasukkan.



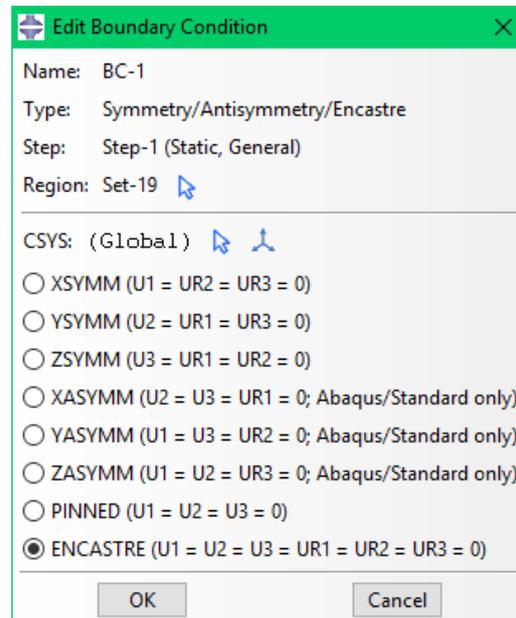
Gambar 4.24 beban yang telah dimasukkan.

Selain itu pada modul load bisa untuk menentukan boundary conditions pada benda yang dianalisis. *Boundary condition* yang diberikan pada simulasi ini berjumlah 1 yaitu *enchanter*. Dengan anggapan semua kolom dan balok terjepit penuh. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Pilih menu *boundary condition*, pilih tipe dari *boundary condition* yang diinginkan (Gambar 4.25).
- b. Kemudian pilih bagian mana yang akan diberikan *boundary condition*, kemudian pilih *enchanter* (Gambar 4.26).



Gambar 4.25 Create boundary condition

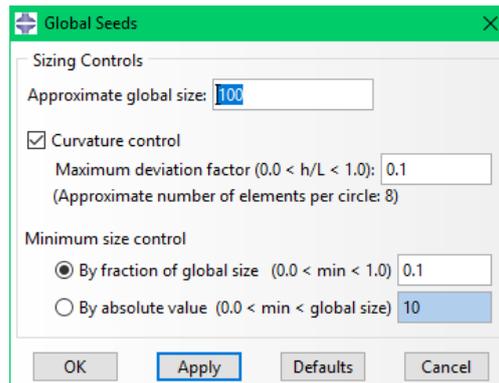


Gambar 4.26 edit boundary condition

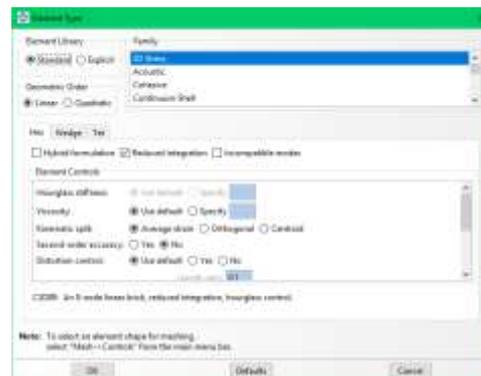
7. Mesh

Modul *Mesh* dipergunakan untuk mengontrol pembuatan mesh pada model. Jumlah *node* dan elemen bias dikontrol dengan menggunakan *mesh control*, termasuk bentuk *element mesh* serta bagaimana penempatan jumlah nodenya. *Mesh* memegang peranan yang sangat penting dalam menentukan keakuratan analisis dan simulasi, karena jumlah atau *node* yang diberikan pada model akan mempengaruhi ketelitian hasil simulasi. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

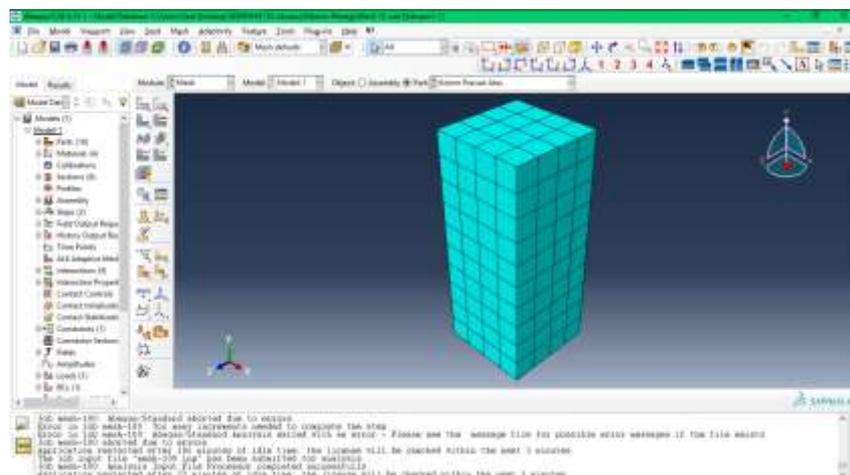
- Pilih modul *mesh*, kemudian pilih *seed part* untuk menentukan jumlah *mesh* yang diberikan (Gambar 4.27).
- Kemudin pilih *mesh part*, dan *yes*.
- Pengontrolan jumlah *mesh* bisa dilihat pada bagian *verify mesh*, dan untuk menentukan jenis *element* nya pada bagian *assign element type* (Gambar 4.28).



Gambar 4.27 memasukkan jumlah *mesh*



Gambar 4.28 viewport *element type*.

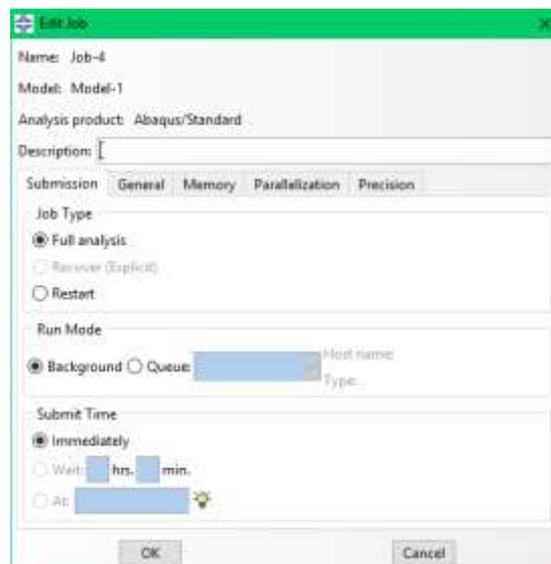
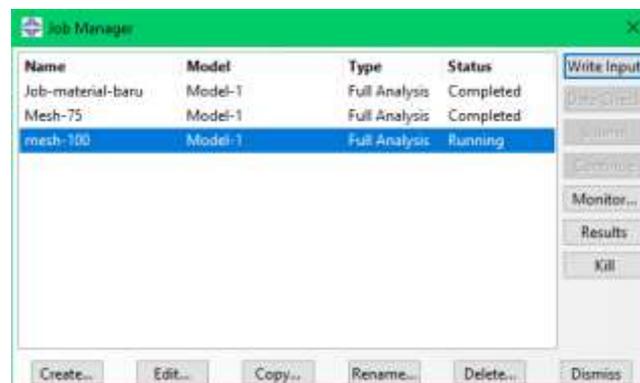


Gambar 4.29 part yang telah selesai *mesh*

8. Modul *job*

Modul *Job* berfungsi untuk mendeskripsikan model kemudian diserahkan kepada program ABAQUS untuk melakukan analisis *numeric*. Pada modul ini bisa dikontrol apakah simulasi yang dilakukan berhasil atau tidak, jika terjadi *error message* di dalam *prompt area* maka bisa kembali ke modul sebelumnya untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi selama proses interaksi *numeric* yang dilakukan oleh ABAQUS *solver*. Berikut langkah-langkahnya :

- a. Pilih modul *job*, masukkan nama *job* pada kotak *name*, *continue*, kemudian klik OK (Gambar 4.30).
- b. Pada menu *job manager* pilih *submit* untuk memulai *running* (Gambar 4.31).

Gambar 4.30 *Edit job*Gambar 4.31 *Submit job*