

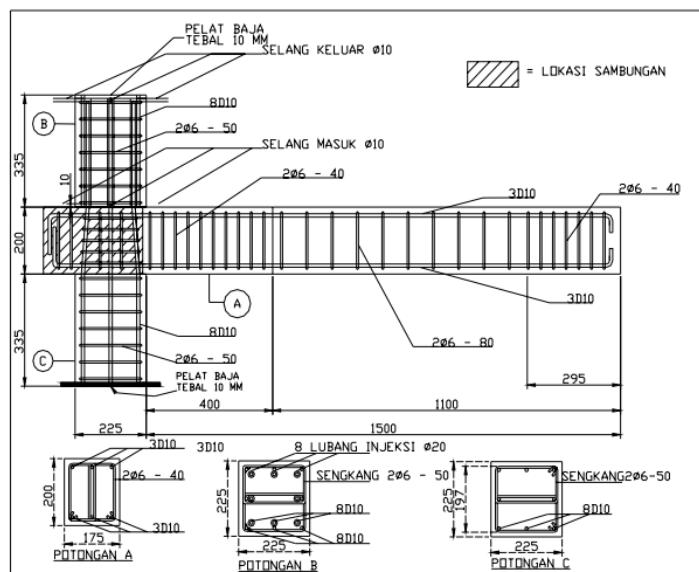
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

A. Materi Penelitian

Materi penelitian diambil dari hasil pengujian eksperimental oleh Tjahjono dan Purnomo (2004). Benda uji sambungan balok-kolom pracetak bagian sisi luar (*exterior*) dari bangunan gedung lima lantai. Benda uji yang akan dilakukan penelitian diambil dari sambungan tipe A, yaitu penyambungan dilakukan pada pertemuan elemen balok dan kolom pracetak dengan adanya penonjolan daerah balok pada sisi luar (Gambar 4.1). Penelitian dilakukan secara numerik yaitu dengan analisis dari permodelan komputer dan pemeriksaan mengenai sambungan balok kolom pracetak dengan beban statik. Penelitian terdiri dari dua benda uji yaitu Benda Uji 1 (BU-1) yang meliputi sambungan balok persegi dan kolom persegi, dan Benda Uji 2 (BU-2) yang meliputi sambungan balok T dan kolom persegi.

Material propertis pada BU-1 dan benda BU-2 dapat dilihat data-data sebagai berikut:

Mutu Beton (f_c) :	Kolom = 32 MPa
	Balok = 28 MPa
Modulus Elastisitas Baja Tulangan (E_c)	= 200.000 MPa
Tegangan tarik baja tulangan pada saat leleh (f_y)	= 420 MPa



Gambar 4.1 Sambungan tipe A (Tjahjono dan Purnomo, 2004)

B. Peralatan Penelitian

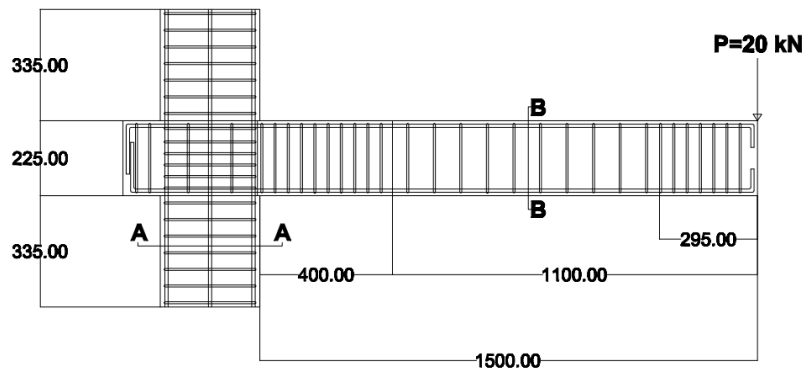
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laptop dan Komputer yang memiliki *software* ABAQUS 6.11-2.

C. Set-Up Penelitian

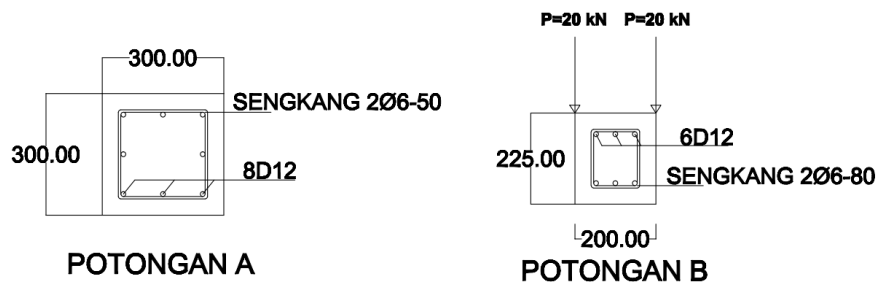
Penelitian dilakukan terhadap dua benda uji yaitu benda uji 1 (BU-1) sambungan balok persegi-kolom dan benda uji 2 (BU-2) sambungan balok T-kolom, data dari benda uji dapat dilihat pada Tabel 1. Detail benda uji dapat dilihat pada Gambar 4.2 sampai Gambar 4.6. Benda uji akan diberi beban yang berbeda antara BU-1 dan BU-2, untuk BU-1 akan diberi beban sebesar 40 kN dan BU-2 sebesar 100 kN. Beban yang diberikan merupakan beban titik yang masing-masing benda uji terdapat dua titik. Pembebanan diletakkan pada pada ujung-ujung balok. Penyambungan pada daerah pertemuan balok dan kolom digunakan *grouting* pada beton, sedangkan tulangnya dibengkokkan pada ujung tonjolan balok dan diikat menggunakan tulangan sengkang. Mutu yang digunakan untuk *grouting* sama dengan mutu balok.

Tabel 4.1 Data Benda Uji 1(BU-1) dan Benda Uji 2 (BU-2)

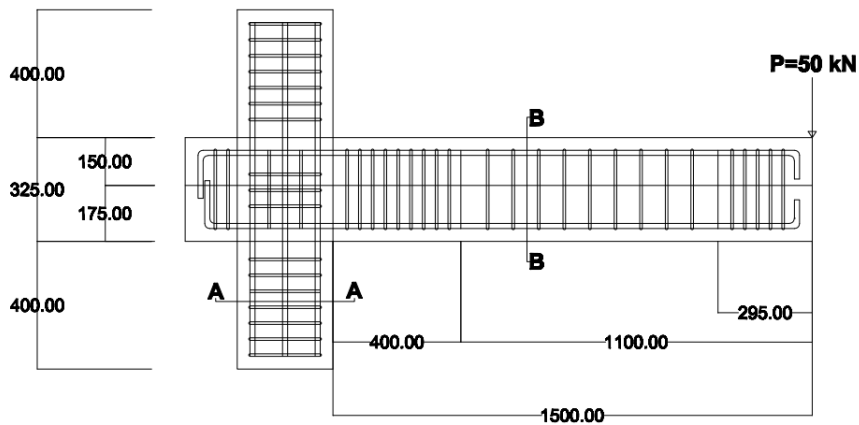
			Benda Uji 1 (BU-1)		Benda Uji 2 (BU-2)	
			Balok	Kolom	Balok	Kolom
Mutu Beton (f_c')			28 MPa	32 MPa	28 MPa	32 MPa
Mutu Baja (f_y)			420 MPa	420 MPa	420 MPa	420 MPa
Dimensi	b	b_e	200 mm	300 mm	300 mm	300 mm
		b_w			200 mm	
	h	h_f	225 mm	300 mm	150 mm	300 mm
		$h-h_f$			175 mm	
Tulangan Utama			6D12	8D12	8D12	8D12
Tulangan Sengkang			$\phi 6-80$	$\phi 6-50$	$2\phi 6-80$	$\phi 6-50$
Bentang			1500 mm	895 mm	1500 mm	1125 mm
Selimut Beton			40 mm	40 mm	40 mm	40 mm



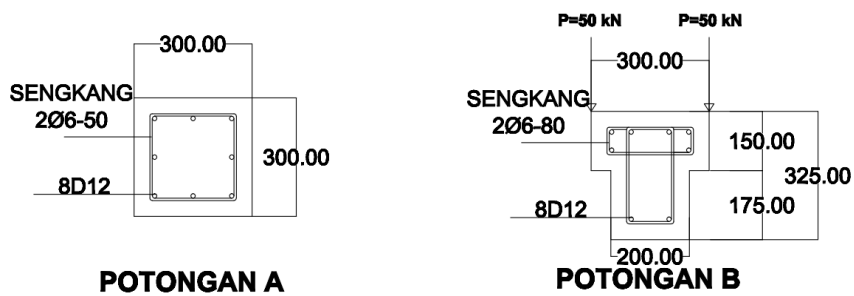
Gambar 4.2 Detail benda uji 1



Gambar 4.3 Detail potongan benda uji 1



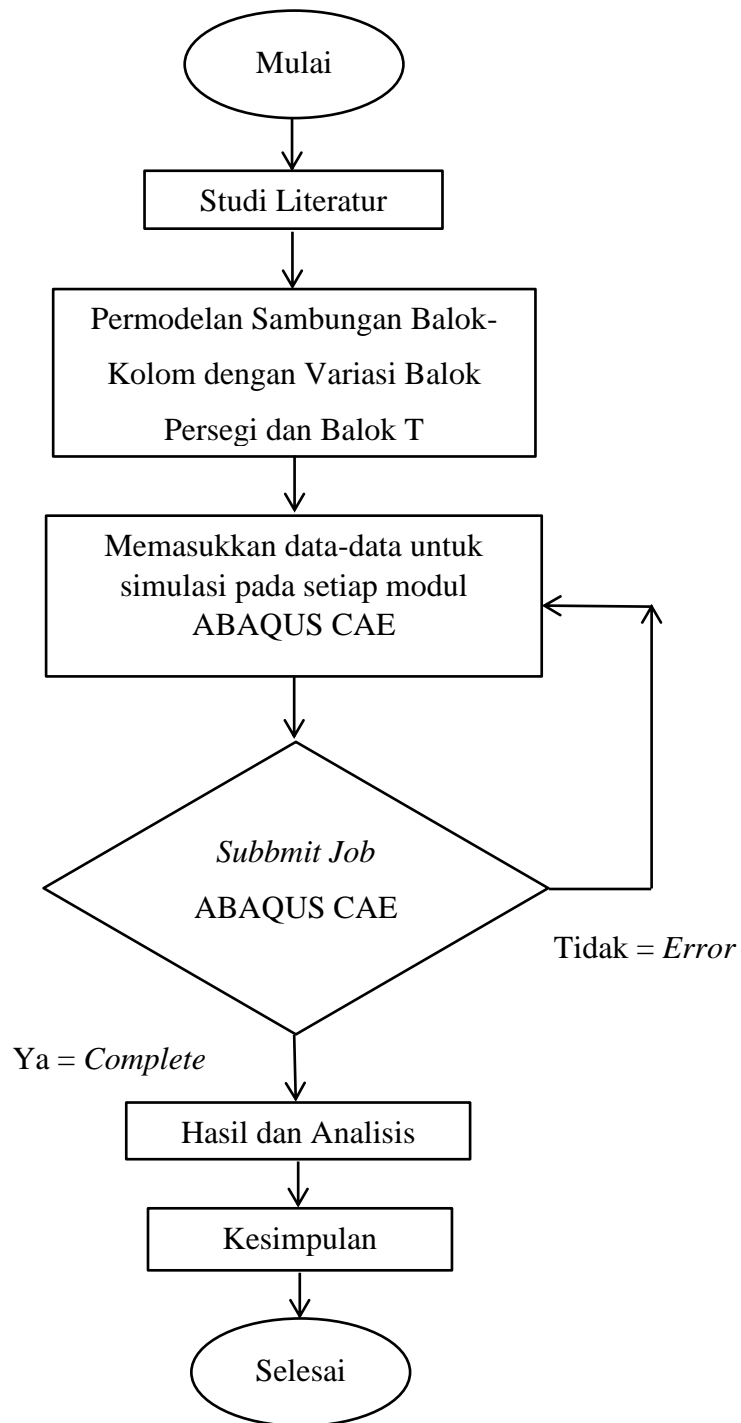
Gambar 4.4 Detail benda uji 2



Gambar 4.5 Detail potongan benda uji 2

D. Alur Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut ini:



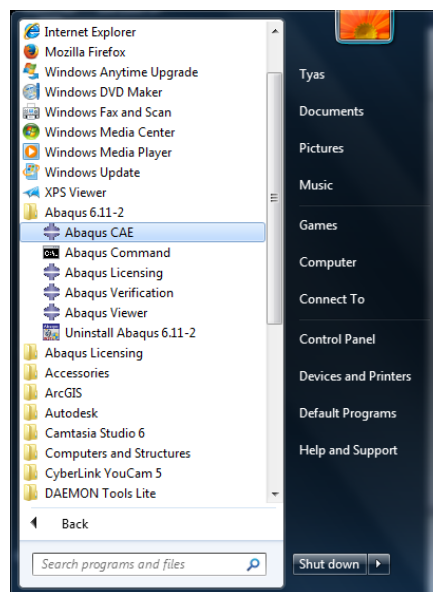
Gambar 4.6 Bagan Alir Penelitian

E. Langkah Permodelan Elemen Hingga

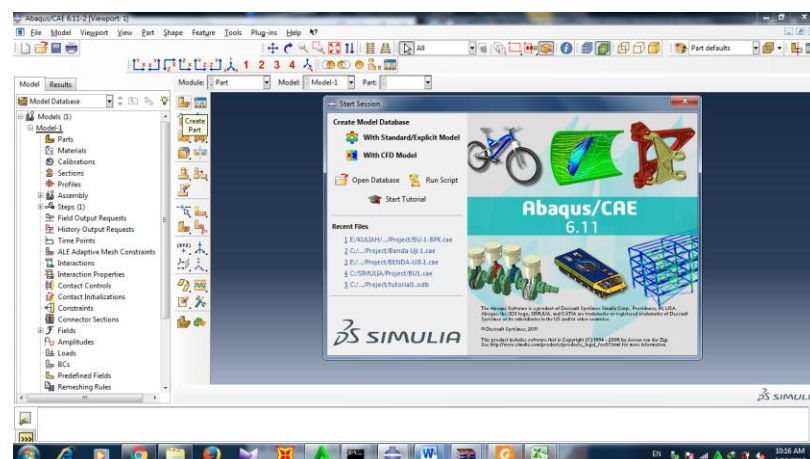
Permodelan elemen hingga pada ABAQUS CAE 6.11-2 ini mempunyai lima modul yang setiap modulnya mempunyai fungsi dan pengaturan masing-masing, modul tersebut juga mewakili langkah-langkah dalam permodelan elemen hingga pada BU-1 dan BU-2. Langkah-langkah permodelan dapat dilihat seperti berikut:

1. Membuka menu ABAQUS CAE 6.11-2

Langkah pertama adalah masuk program ABAQUS CAE dengan cara pilih dari *desktop* atau *panel start*, kemudian klik *icon* ABAQUS CAE setelah itu akan muncul *viewport* kemudian pilih *creating model database*.



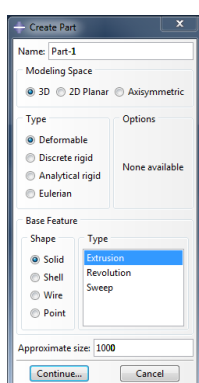
Gambar 4.7 Membuka program ABAQUS CAE



Gambar 4.8 Viewport awal ABAQUS CAE 6.11-2

2. Modul *Part*

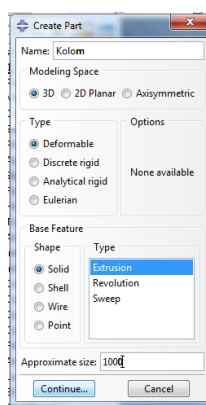
Modul yang pertama adalah modul *part*, modul ini berfungsi untuk memodelkan geometri benda uji yang akan dianalisis. Pertama memilih pilih *Create Part* untuk memulai memasukkan geometri benda uji. Akan muncul kotak dialog *Create Part* yang akan diberi nama sesuai part yang akan dimodelkan. Pada kotak dialog *create part* tersedia *approximate size* yang berfungsi untuk menentukan skala *sketcher* yang sesuai dengan dimensi yang akan dibuat. Pada permodelan ini digunakan *approximate* 1000, dengan asumsi bahwa permodelan ini menggunakan satuan millimeter (mm).



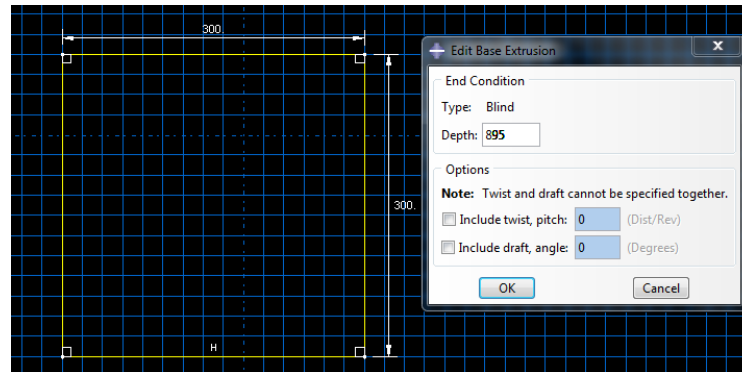
Gambar 4.9 *Approximate size* pada kotak dialog *create part*

a. Kolom

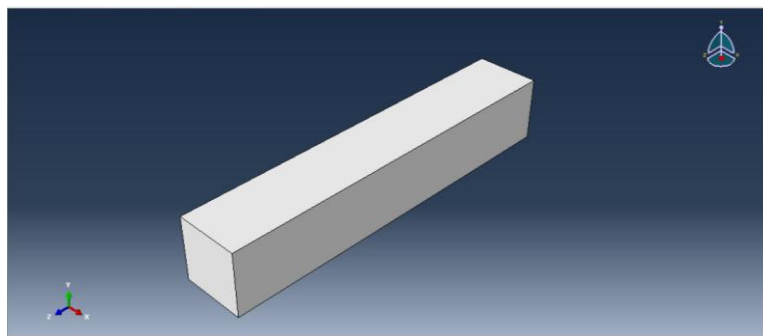
Pada permodelan ini dibuat kolom dengan tipe *deformable* karena tegangan yang diterima diatas batas proporsional (*plastic area*), untuk BU-1 dan BU-2 memiliki dimensi yang sama yaitu sebesar 300×300 . Pilih tipe *solid* karena kolom merupakan benda padat yang mempunyai bentang untuk BU-1 sebesar 895 mm dan BU-2 sebesar 1125 mm, sehingga dipilih tipe *extrusion*.



Gambar 4.10 Pemilihan *Shape Solid* dengan *Type Extrusion* untuk beton



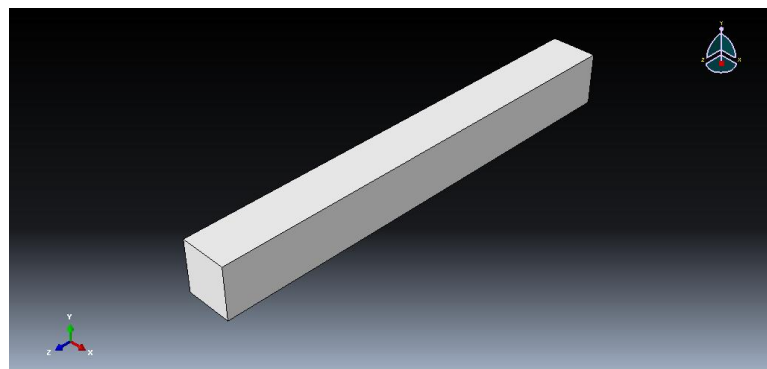
Gambar 4.11 Sket kolom pada lembar kerja ABAQUS



Gambar 4.12 Hasil dari permodelan kolom pada tampilan 3D

b. Balok

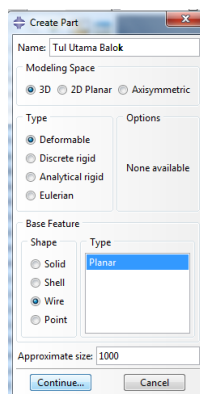
Pada permodelan ini dibuat balok dengan tipe *deformable* karena tegangan yang diterima diatas batas proporsional (*plastic area*), untuk BU-1 dimensi 200×225 dan BU-2 dengan ukuran untuk lebar sayap 300 mm, lebar badan 200 mm, dan tinggi balok T 325 mm. Pilih tipe *solid* karena kolom merupakan benda padat yang mempunyai bentang untuk BU-1 sebesar 1912,5 mm dan BU-2 sebesar 1877,5 mm, sehingga dipilih tipe *extrusion*.



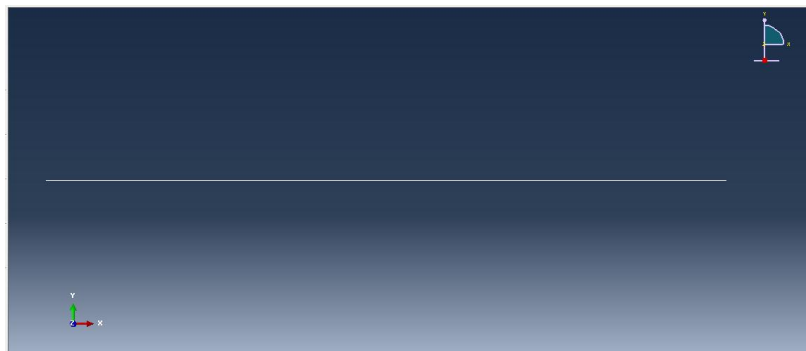
Gambar 4.13 Hasil dari permodelan balok pada tampilan 3D

c. Tulangan

Dalam permodelan beton bertulang interaksi dengan beton sebagai *Embedded Interaction* yaitu pergerakan dari elemen beton. Sehingga diasumsikan lekatan tulangan dengan beton bersifat *Perfect Bond*. Diasumsikan tulangan bekerja didalam beton hanya mengalami tarik dan desak saja sehingga elemen yang digunakan adalah tipe *Truss Element*. Langkahnya adalah klik *Create Part*. Pada *Base Feature*, pilih *Shape = Wire*, *Type = Planar*. Kemudian *Create Line* dan gambarkan garis sembarang pada arah horisontal. Pengisian pada *Base Future* dapat dilihat pada Gambar 4.14, dengan hasil akhir pada Gambar 4.15.



Gambar 4.14 Pemilihan *Shape Wire* dengan *Type Planar* untuk tulangan

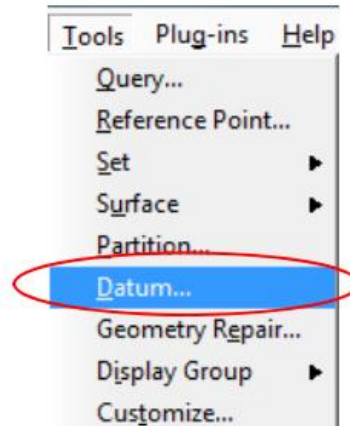


Gambar 4.15 Hasil dari permodelan tulangan

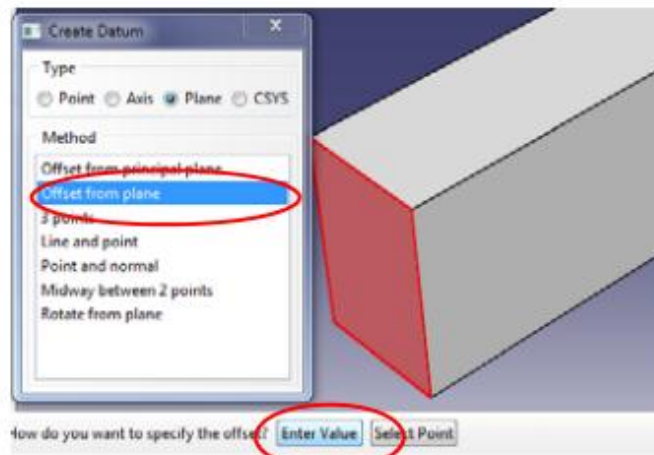
d. Membuat *Datum Plane*

Datum Plane merupakan fasilitas yang dapat digunakan untuk membagi/memotong *Cell* menjadi bagian bagian yang terpisah. Prosedur yang dilakukan adalah pilih *Tools, Datum* seperti pada Gambar 4.16, pilih *Type = Plane*, *Offset from plane*, pilih *Surface Cell* sebagai referensi seperti pada Gambar 4.17. Kemudian pilih arahnya sesuai dengan posisi *datum*

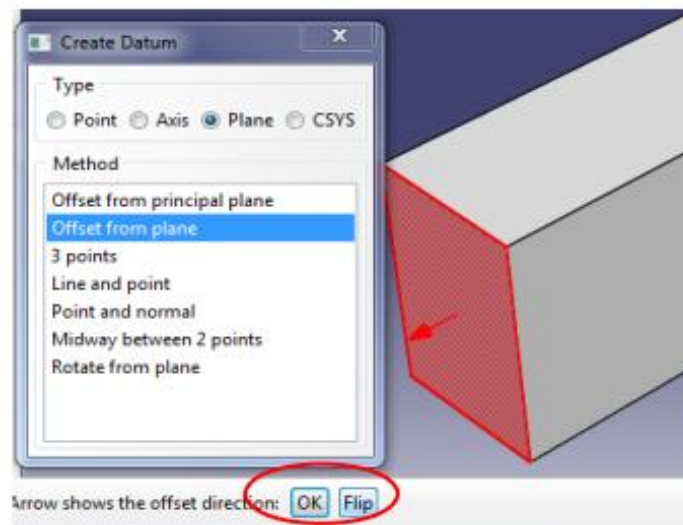
terhadap permukaan yang direferensi seperti pada Gambar 4.18, isikan jaraknya adalah 200 mm, klik *OK*. Hasilnya seperti pada Gambar 4.19.



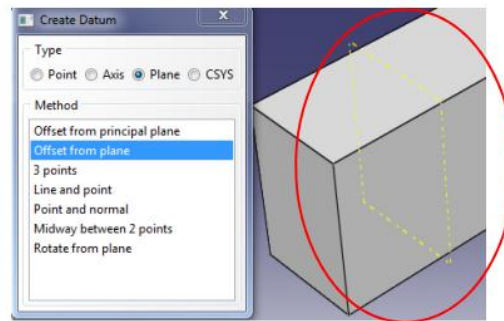
Gambar 4.16 Perintah membuat *Datum*



Gambar 4.17 Cara membuat *Datum Plane*



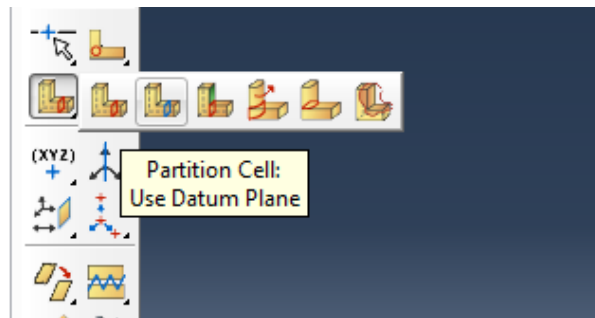
Gambar 4.18 Cara mengisikan arah *Datum Plane*



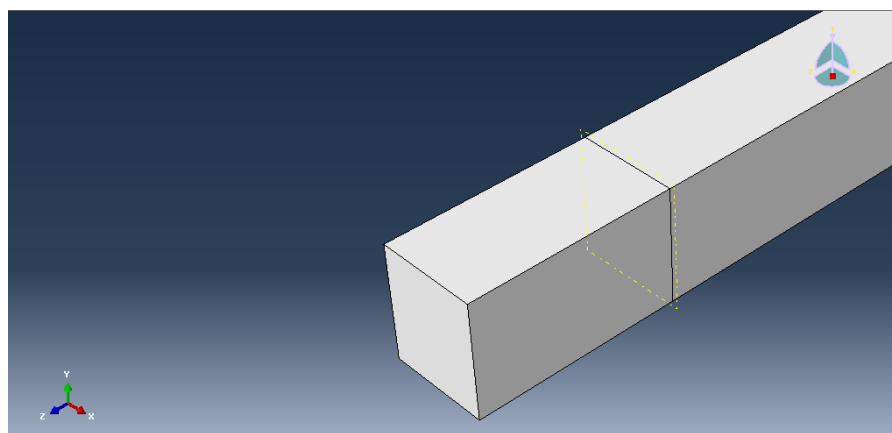
Gambar 4.19 *Datum Plane* yang sudah terbentuk

e. Melakukan *Partition Cell*

Partition Cell berfungsi untuk memisahkan elemen, ataupun *Surface* dalam 1 *Cell* agar dapat diberikan ukuran *mesh* ataupun beban di *Surface* yang terpisah. Pilih *Partition Cell* dengan ditahan, pilih tipe *Partition Cell Use Datum Plane* seperti pada Gambar 4.20, pilih *Cell* yang akan dipartisi dari *Datum Plane* yang telah dibuat kemudian pilih *Create Partition*. Hasilnya *Cell* yang sudah terpartisi pada Gambar 4.21.



Gambar 4.20 Fasilitas *Partition Cell*



Gambar 4.21 Hasil *Cell* yang sudah terpartisi

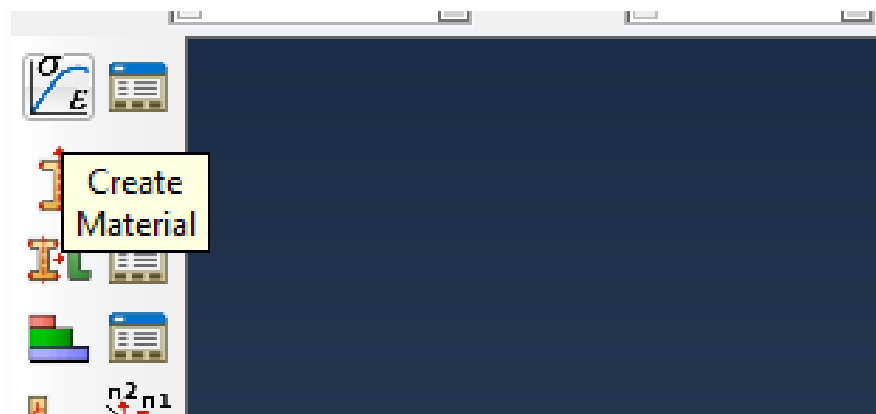
3. Modul *Property*

Modul *property* berfungsi untuk memasukkan properti material yang digunakan permodelan benda uji meliputi beton pracetak dan tulangan.

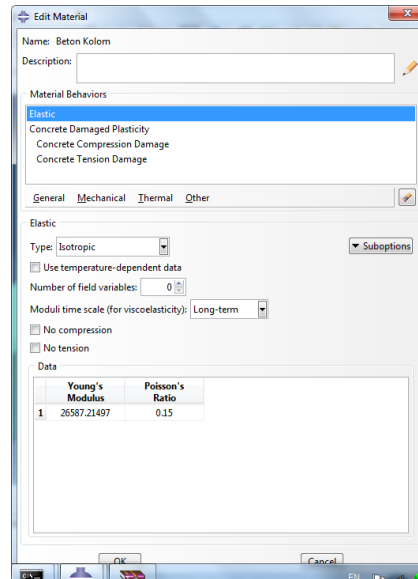
a. Material properties beton

Model material beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Concrete Damaged Plasticity*. Masukan yang diperlukan meliputi modulus elastisitas, konstitusif material beton pada kondisi desak dan tarik, dan parameter *Plasticity*.

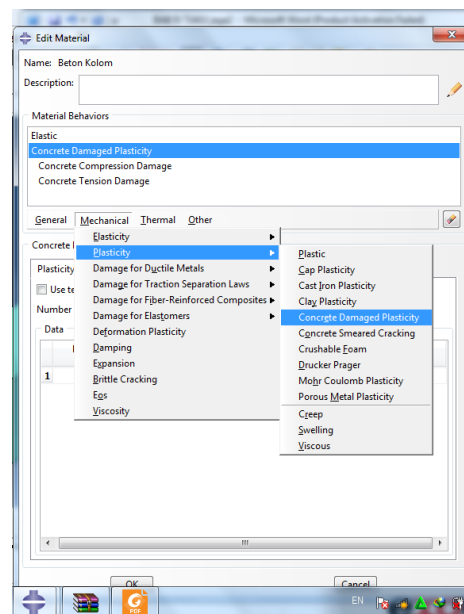
Langkah untuk memulai pengisian material adalah pilih *property* seperti Gambar 4.22, kemudian pilih *Create Material*, beri nama material, pilih *Elasticity* untuk memasukkan modulus elastisitas beton (E) beton = 24870,06232 MPa, dan kolom $E = 26587,21497$ MPa, sedangkan untuk *Poisson Ratio* = 0,3 (Gambar4.23). Kemudian pilih *plasticity*, pilih *Concrete Damaged Plasticity* seperti pada Gambar 4.24. Isikan parameter *Plasticity* dari data Tabel. 4.2 seperti Gambar 4.25, memasukkan data konstitutif desak beton sesuai Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 seperti Gambar 4.26 dan kemudian memasukkan data konstitutif tarik sesuai dengan Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 seperti Gambar 4.27. Data yang digunakan untuk pengisian material ini menggunakan satuan MPa.



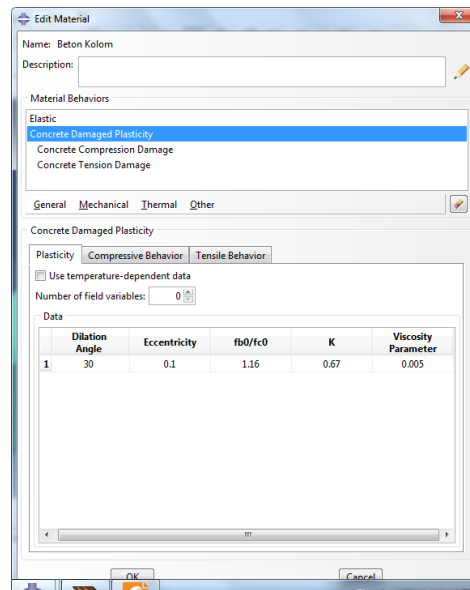
Gambar 4.22 Mulai memasukkan data material



Gambar 4.23 Memasukkan data elastisitas

Gambar 4.24 Tampilan *form input* model material *Concrete Damaged Plasticity*Tabel 4.2 Parameter *plasticity* beton (Panduan Permodelan Struktur Beton Bertulang dengan ABAQUS)

<i>Dilatation angle (Ψ)</i>	<i>Eccentricity</i>	F_{b0}/f_{c0}	K	<i>Viscosity</i>
30	0,1	1,16	0,67	0,005



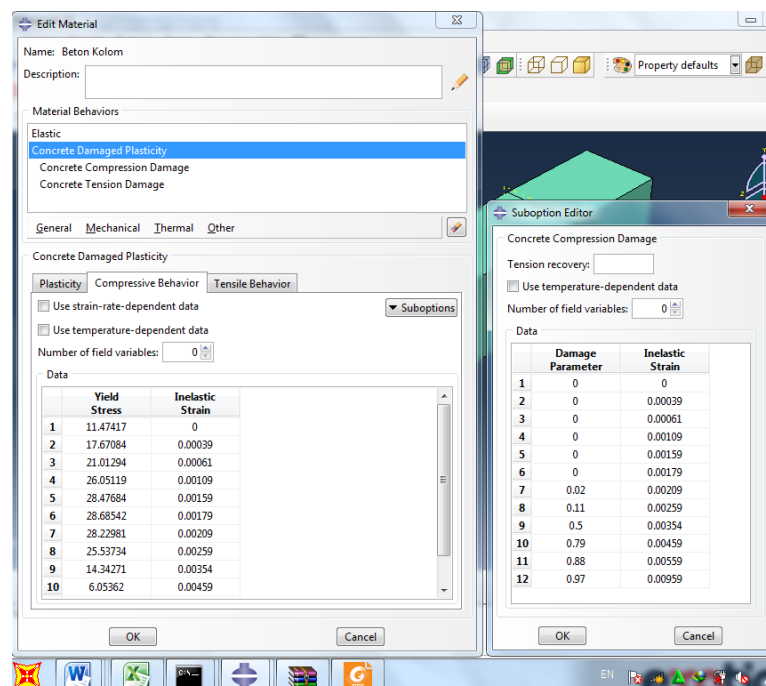
Gambar 4.25 Tampilan *form input* parameter *Plasticity* pada model material *Concrete Damaged Plasticity*

Tabel 4.3 *Compressive Behavior* (Panduan Permodelan Struktur Beton Bertulang dengan *ABAQUS*)

<i>Yield Stress</i>	<i>Inelastic Strain</i>
11,47417	0
17,67084	0,00039
21,01294	0,00061
26,05119	0,00109
28,47684	0,00159
28,68542	0,00179
28,22981	0,00209
25,53734	0,00259
14,34271	0,00354
6,05362	0,00459
3,49047	0,00559
0,93815	0,00959

Tabel 4.4 *Concrete compression damage* (Panduan Permodelan Struktur Beton Bertulang dengan ABAQUS)

<i>Damage Parameter</i>	<i>Inelastic Strain</i>
0	0
0	0,00039
0	0,00061
0	0,00109
0	0,00159
0	0,00179
0,02	0,00209
0,11	0,00259
0,5	0,00354
0,79	0,00459
0,88	0,00559
0,97	0,00959



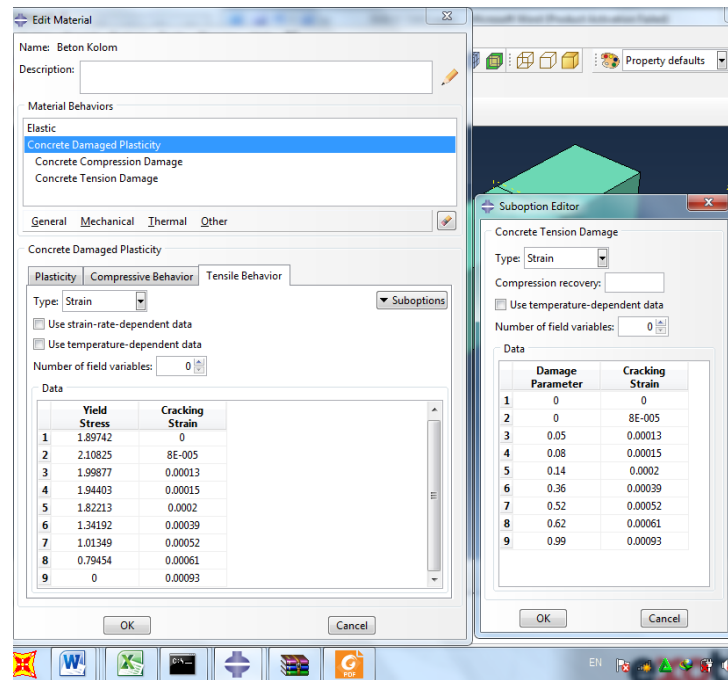
Gambar 4.26 Tampilan form input Compression Behavior model material Concrete Damaged Plasticity

Tabel 4.5 *Tensile Behavior* (Panduan Permodelan Struktur Beton Bertulang dengan *ABAQUS*)

<i>Yield Stress</i>	<i>Cracking Strain</i>
1,89742	0
2,10825	8,00E-05
1,99877	0,00013
1,94403	0,00015
1,82213	0,0002
1,34192	0,00039
1,01349	0,00052
0,79454	0,00061
0	0,00093

Tabel 4.6 *Concrete tension damage* (Panduan Permodelan Struktur Beton Bertulang dengan *ABAQUS*)

<i>Damaged Parameter</i>	<i>Cracking Strain</i>
0	0
0	8,00E-05
0,05	0,00013
0,08	0,00015
0,14	0,0002
0,36	0,00039
0,52	0,00052
0,62	0,00061
0,99	0,00093



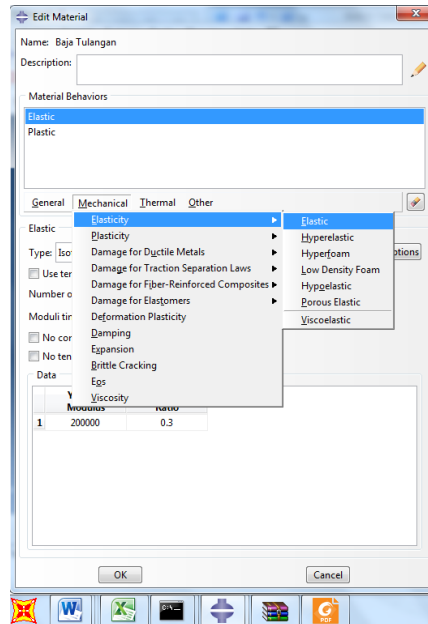
Gambar 4.27 Tampilan *form input Tension Behavior* model material *Concrete Damaged Plasticity*

b. Material properties baja

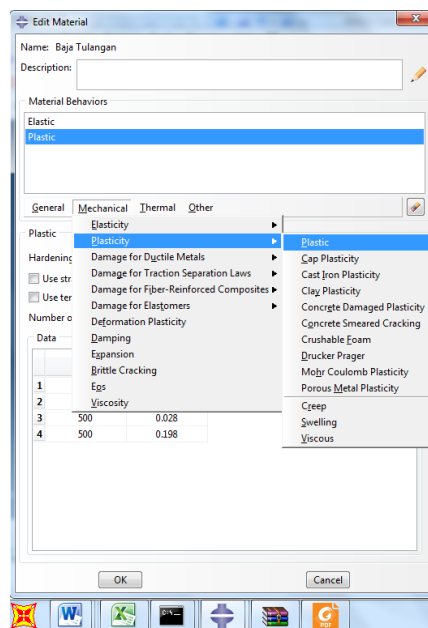
Model material baja yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Classic Plasticity*. Masukan yang diperlukan meliputi modulus elastisitas dan konstitutif material baja yang tersaji dalam Tabel 4.6. Material properties baja dengan modulus elastisitas baja (E) = 2000000, dengan *Poisson Ratio* = 0,3. Prosedur yang dilakukan adalah pilih *Create Material*, beri nama material, pilih *Elasticity* untuk input modulus elastisitas dan rasio poison dan *Plasticity* pilih *Plasticity* seperti pada Gambar 4.28. Isikan konstitutif material pada Tabel 4.7 seperti pada Gambar 4.29 kemudian pilih *OK*.

Tabel 4.7 Tabel *Stress dan Strain* (Panduan Permodelan Struktur Beton Bertulang dengan *ABAQUS*)

<i>Stress</i>	<i>Strain</i>
420	0
420	0,018
500	0,028
500	0,198



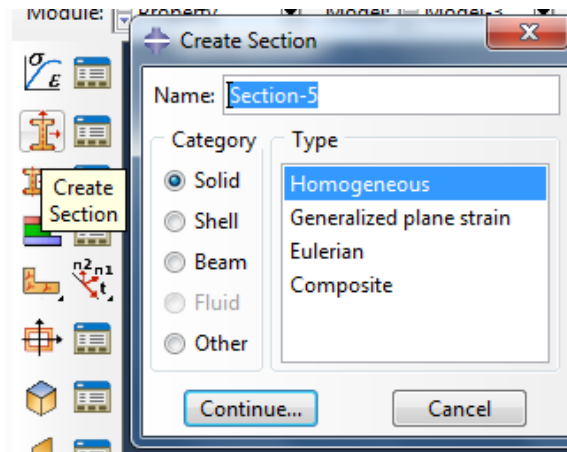
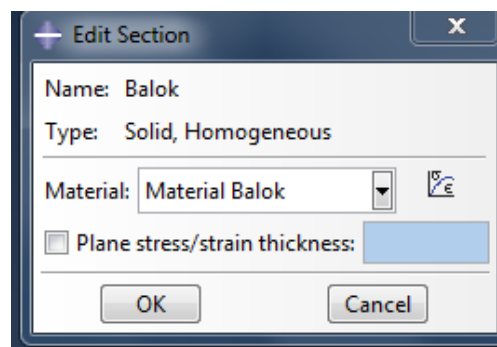
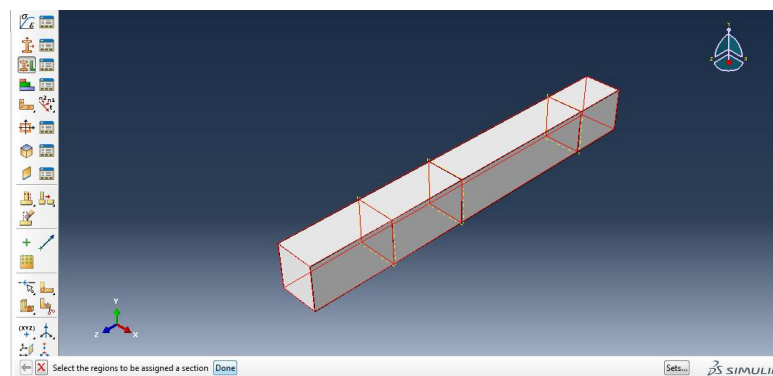
Gambar 4.28 Tampilan *form input Elasticity* material baja



Gambar 4.29 Tampilan *form input Plasticity* material baja

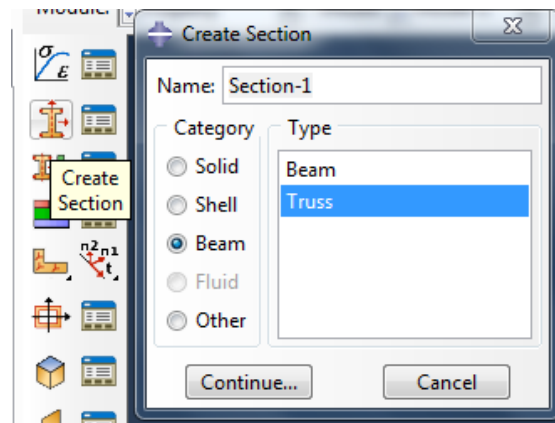
c. *Create section* dan *Assign* untuk *Solid Element*

Klik *Create Section* dan isikan nama *Section* yang dibuat pilih *Category* = *Solid*, dan *Type* = *Homogeneous* seperti pada Gambar 4.30, selanjutnya akan muncul *form Edit Section* seperti pada Gambar 4.31, pilih nama material, klik *OK*. Klik *Assign Section* seperti pada Gambar 4.32, pilih *Cell* yang akan dipasangkan ke *Section* pada kanvas seperti pada Gambar 4.33, klik *Done*.

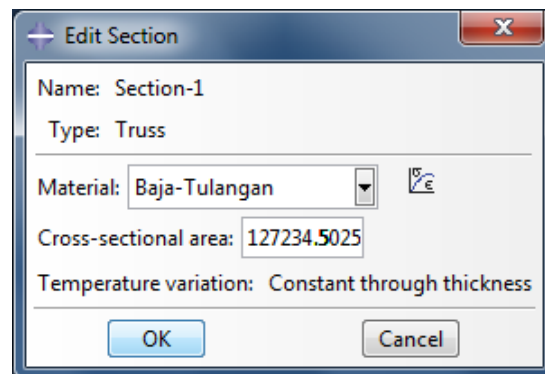
Gambar 4.30 Perintah *Create Section*Gambar 4.31 Perintah *Edit Section*Gambar 4.32 Perintah *Assign Section*Gambar 4.33 *Cell* dari *Part* yang dipasangkan *Section*

d. *Create Section* dan *Assign* untuk *Truss Element*

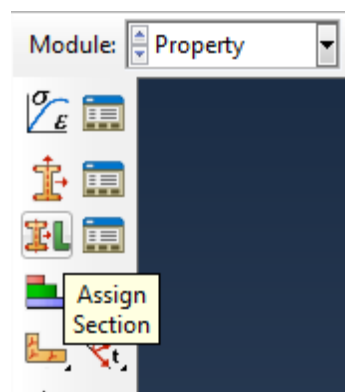
Pilih *Create Section* dan isikan nama *Section* yang dibuat pilih *Category* = *Beam*, dan *Type* = *Truss* seperti pada Gambar 4.34, selanjutnya akan muncul *form Edit Section* seperti Gambar 4.35, pilih nama material, klik *OK*. Klik *Assign Section* seperti pada Gambar 4.36, pilih *Cell* yang akan dipasangkan ke *Section* pada kanvas seperti pada Gambar 4.37.



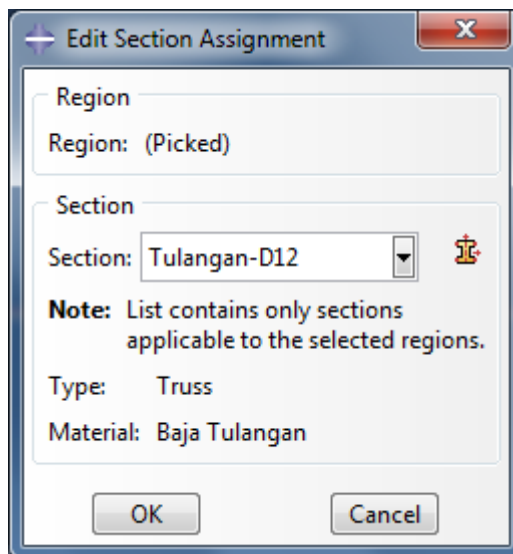
Gambar 4.34 *Create Section Truss Element*



Gambar 4.35 Masukan material baja dan luas penampang tulangan dengan *Truss Element*



Gambar 4.36 Perintah *Assign Section*



Gambar 4.37 Masukan material baja dan luas penampang tulangan dengan *Truss Element*

4. Modul *Mesh*

Mesh merupakan fasilitas untuk melakukan pembagian dan penentuan tipe dari *Element* dari *Part* ataupun *Assembly*. Konvergensi dari analisis tergantung dari tingkat keteraturan dan kesesuaian elemen yang digunakan dengan geometrik struktur. Data kovergensi dalam penelitian ini tersaji dalam Tabel 4.8 untuk BU-1 dan Tabel 4.9 untuk BU-2, dari hasil konvergensi dipilih selisih yang kurang dari 5% untuk keakuratan data yang dipakai. Grafik hasil dari konvergensi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.38 pada BU-1 dan pada Gambar 4.39 pada BU-2. Dari data tersebut untuk BU-1 digunakan *Mesh* 70 dan untuk BU-2 digunakan *Mesh* 50. Langkah untuk menampilkan fasilitas *Mesh* pilih *Mesh*.

a. *Mesh* pada *Solid Element*

Mesh pada pada *Solid Element* dibuat dengan cara pilih *module:mesh* kemudian pilih *seed part*, kemudian pada *global seeds* isi *Approximate global size* sesuai dengan ukuran *mesh* yang diinginkan kemudian pilih *OK* seperti pada gambar 4.40. pilih *mesh part* untuk menampilkan *mesh* yang dibuat kemudian pilih *yes*, selanjutnya pilih *Assign Element Type* kemudian pilih *part* lalu *done*, akan muncul menu *element type*, pada bagian *element library* pilih *explicit*, dan pada bagian *family* pilih *3D Stress* kemudian *OK* seperti pada gambar 4.41.

b. *Mesh* pada *Truss Element*

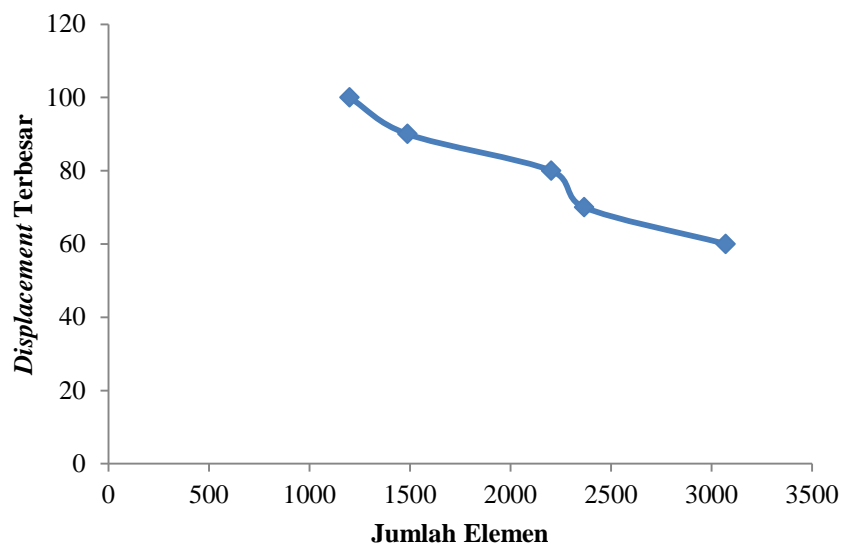
Mesh pada pada *Truss Element* dibuat dengan cara pilih *module:mesh* kemudian pilih *seed part*, kemudian pada *global seeds* isi *Approximate global size* sesuai dengan ukuran *mesh* yang diinginkan kemudian pilih *OK* seperti pada gambar 4.40. Pilih *mesh part* untuk menampilkan *mesh* yang dibuat kemudian pilih *yes*, selanjutnya pilih *Assign Element Type* kemudian pilih *part* lalu *done*, akan muncul menu *element type*, pada bagian *element library* pilih *explicit*, dan pada bagian *family* pilih *truss* kemudian *OK* seperti pada gambar 4.42. Hasil akhir dari proses *mesh* ini dapat dilihat pada Gambar 4.43.

Tabel 4.8 Hasil konvergensi Benda Uji 1

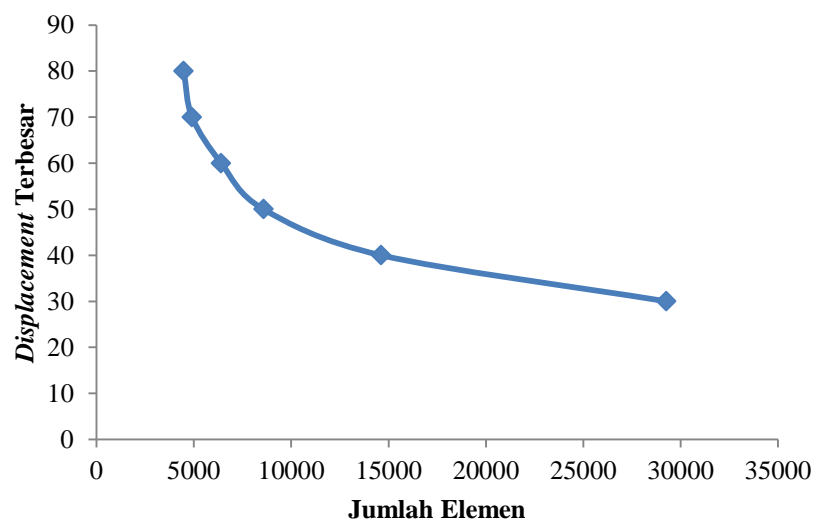
No	<i>Mesh</i>	Jumlah Elemen	<i>Displacement</i> Terbesar	%				
1	100	1200	264,919	21,15				
2	90	1489	208,879		18,77			
3	80	2204	169,674				3,40	
4	70	2368	175,441				4,88	
5	60	3072	166,881					48,06
6	50	4382	247,088					

Tabel 4.9 Hasil konvergensi Benda Uji 2

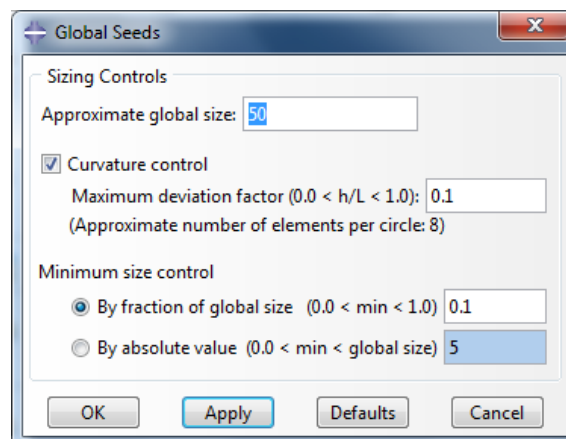
No	<i>Mesh</i>	Jumlah Elemen	<i>Displacement</i> Terbesar	%				
1	80	4479	5,8292	6,38				
2	70	4908	5,4797		6,91			
3	60	6404	5,12564				4,37	
4	50	8580	4,91114				4,24	
5	40	14628	4,71117					18,98
6	30	29279	3,95979					



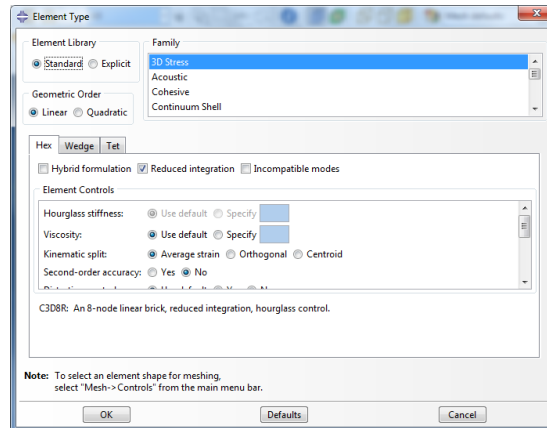
Gambar 4.38 Hasil konvergensi BU-1



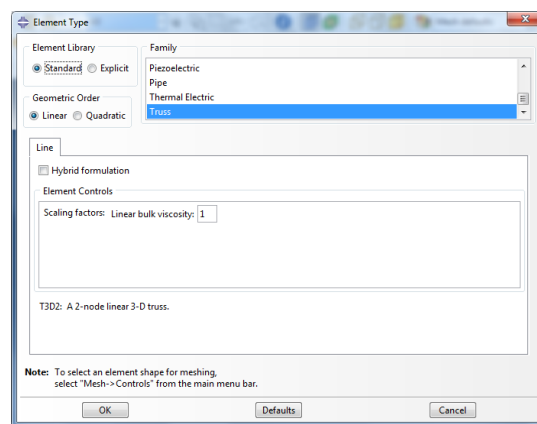
Gambar 4.39 Hasil konvergensi BU-2



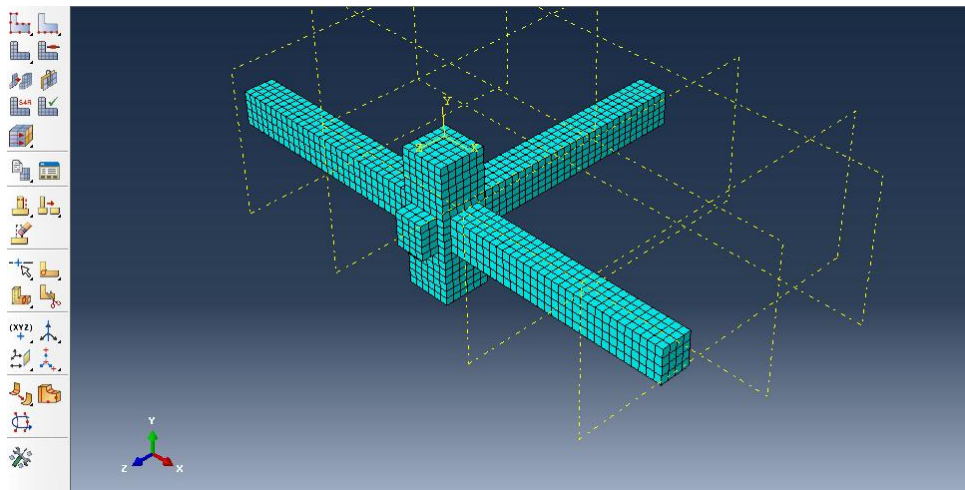
Gambar 4.40 Memasukkan ukuran Mesh



Gambar 4.41 Menu *element type* pada *Solid Element*



Gambar 4.42 Menu *element type* pada *Truss Element*

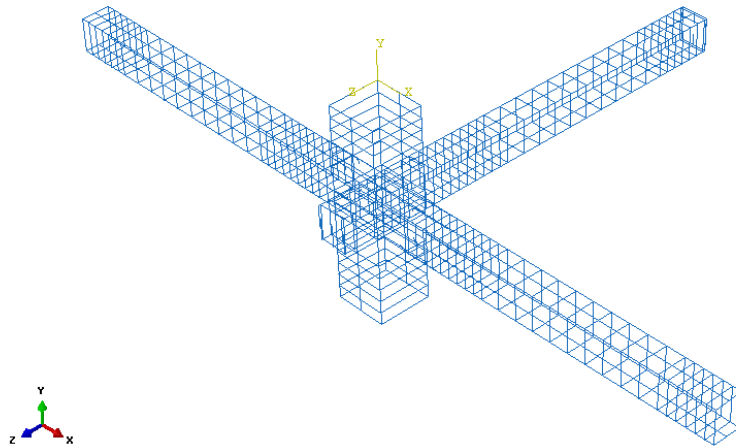


Gambar 4.43 *Mesh* pada semua elemen benda uji

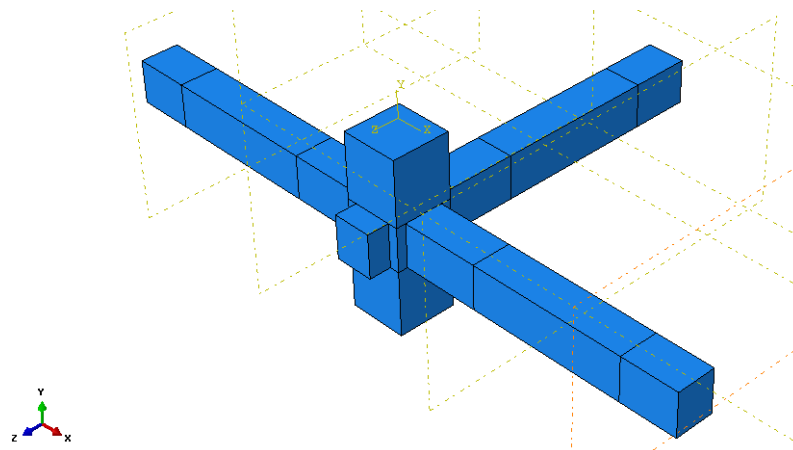
5. Modul *assembly*

Modul *Assembly* merupakan fasilitas yang memberikan tempat model untuk bisa dilakukan eksekusi analisis. Modul ini digunakan untuk menyatukan

semua benda uji dari beberapa *Part* menjadi satu kesatuan. Pada model ini pengerjaan yang pertama adalah tulangnya. Model ini terdapat beberapa menu untuk menghubungkan antara *part* yang satu dengan *part* yang lain. Menu yang dipakai antara lain adalah menu *Linear Pattern* untuk menggandakan misalnya pada tulang utama dan tulang sengkang, menu *Translate Instance* untuk memindahkan *part*, menu *Rotate Instance* yang digunakan untuk merotasi *part*. Gambar 4.44 menunjukkan tulang yang telah di *assembly* dan Gambar 4.45 adalah model keseluruhan dari *part* yang sudah di *Assembly*



Gambar 4.44 Model penulangan

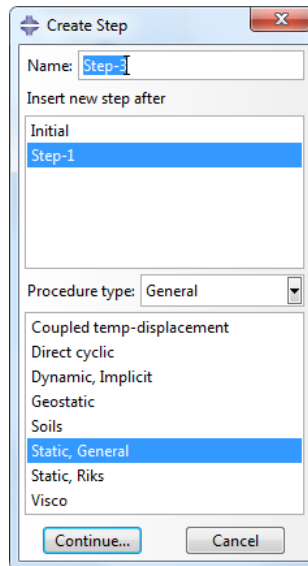


Gambar 4.45 Model keseluruhan yang telah di *Assembly*

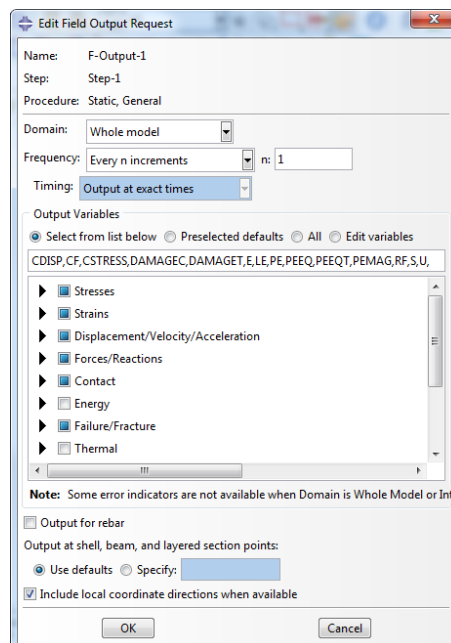
6. Modul *step*

Step merupakan fasilitas yang digunakan untuk menentukan algoritma iterasi numerik. Langkah untuk memulai pilih perintah *Step* klik *Create*, beri nama

Step, pilih *General*, “*Static, General*” seperti Gambar 4.45. *Output* analisis yang diinginkan dapat ditentukan dengan perintah *Field Output Request Manager* seperti Gambar 4.46.



Gambar 4.46 Menu *Create Step*

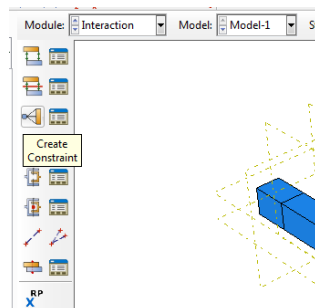


Gambar 4.47 Menu *Edit Output Request*

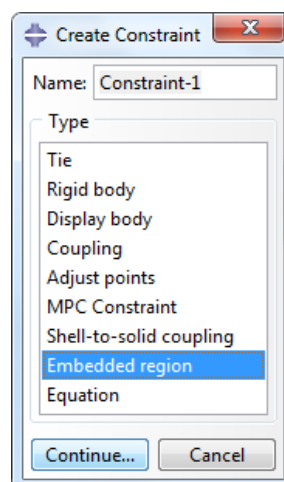
7. Modul *interaction*

Interaction merupakan fasilitas yang memberikan hubungan antar *Part* dalam suatu *Assembly*. Penelitian ini menggunakan interaksi *Embedded Region* untuk menghubungkan antara beton dan tulangan dan *Surface-to-Surface*

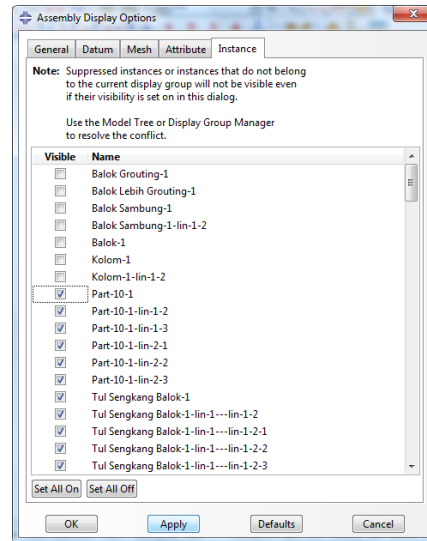
dengan *Tie adjusted surface* untuk menghubungkan *grouting* dengan balok dan kolom. Proses *interaction* dilakukan dengan memilih *Create Constraint* pilih *Embedded Region* untuk menghubungkan antara beton dan tulangan sehingga bisa bersifat *perfect bond* seperti pada Gambar 4.48 dan Gambar 4.49. Tampilkan *Part* tulangan saja dengan cara klik *View, Assembly Display Options*, pilih *Instance*. Kemudian beri tanda *ceklis* pada daerah tulangan saja (Gambar 4.50). Pilih semua tulangan, klik *Done*, selanjutnya klik *Select Region* dari *Part* beton saja klik *Done*. Tampilan setelah dilakukan *Interaction* pada beton dan tulangan dapat dilihat pada Gambar 4.51. Kemudian pada bagian *grouting* dengan balok kolom pilih *Create Interaction* pilih *Surface-to-surface contact* (Gambar 4.52), lalu pilih *master* pada bagian semua sisi balok *grouting* dan bagian *slave* atau yang menempel pilih bagian permukaan yang akan menempel pada bagian *master* tadi. *Ceklist* pada *Tie adjusted surface* (Gambar 4.53). Tampilan setelah antar *grouting* dengan balok dan kolom dilakukan *interaction* dapat dilihat pada Gambar 4.54.



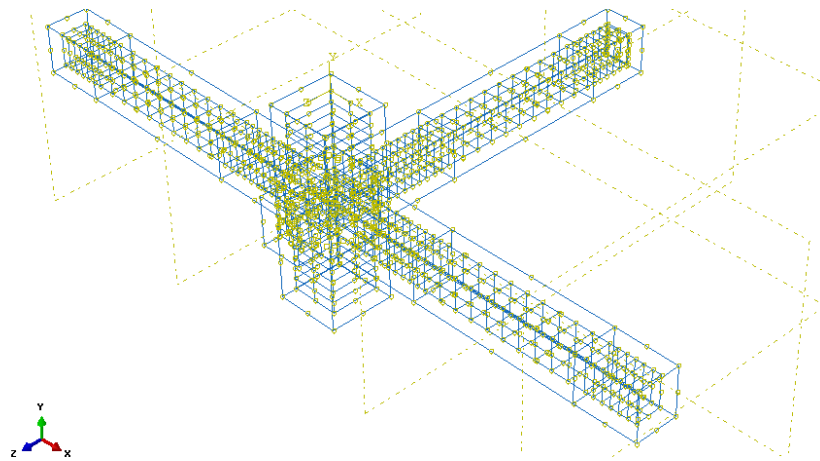
Gambar 4.48 Menu *Create Constraint*



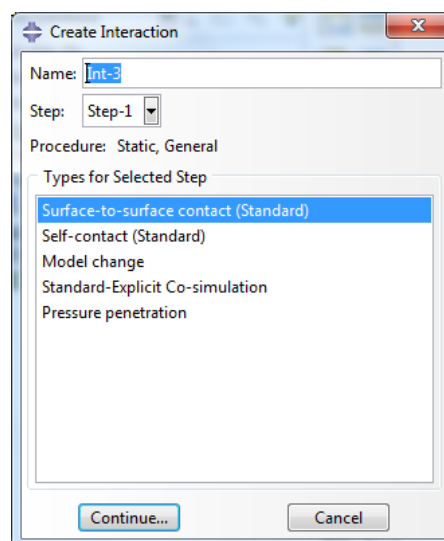
Gambar 4.49 Pemilihan *Embedded region* untuk hubungan beton dan tulangan



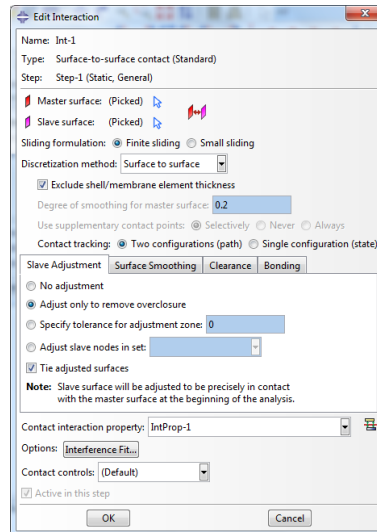
Gambar 4.50 Menu untuk menampilkan tulangan



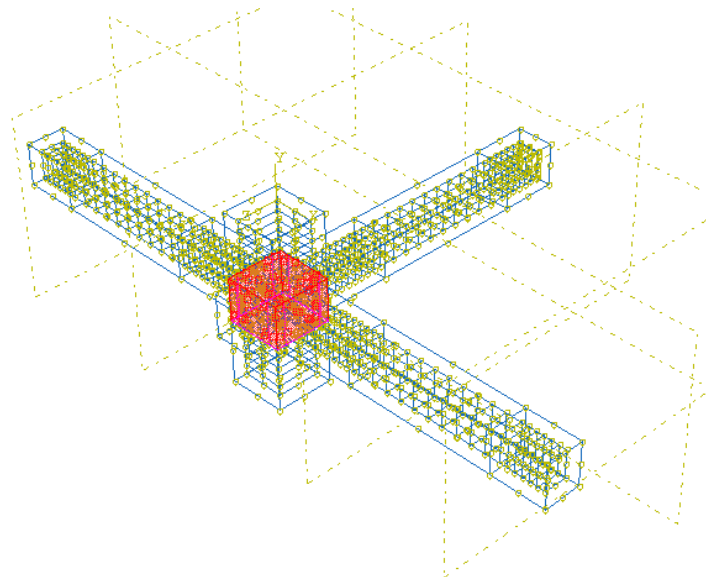
Gambar 4.51 Tampilan setelah beton dan tulangan diberi hubungan *Embedded region*



Gambar 4.52 Menu *Create Interaction* untuk memilih *Surface-to-surface contact*



Gambar 4.53 Tampilan menu *Edit Interaction*

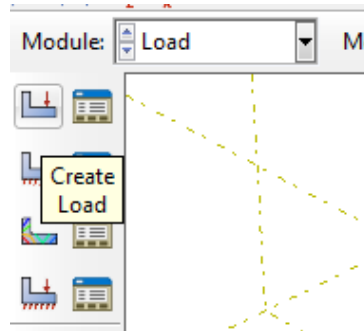


Gambar 4.54 Tampilan pada balok *grouting* setelah dilakukan *Interaction*

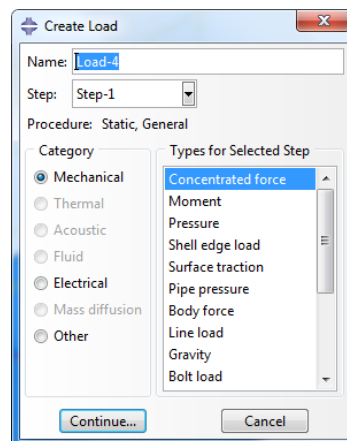
8. Modul *load*

Load merupakan fasilitas untuk memasukkan beban (*Load*) dan *Boundary Condition*. Pembebanan pada pengujian ini digunakan beban titik pada setiap ujung balok dan untuk tumpuan digunakan jepit-jepit. Beban yang diberikan untuk pengujian ini sebesar 40 kN untuk BU-1 dan 100 kN untuk BU-2. Langkah dalam memberi pembebanan adalah pilih *Create Load* untuk memberi nama beban, pada menu *Create Load* (Gambar 4.55) pilih *Concentrated force* (Gambar 4.56) karena yang digunakan adalah beban titik. Isi pada kolom *CF2* dengan beban yang akan dianalisis, *CF2* dipilih karena beban menunjukkan arah vertikal dari titik yang dipilih (Gambar 4.57).

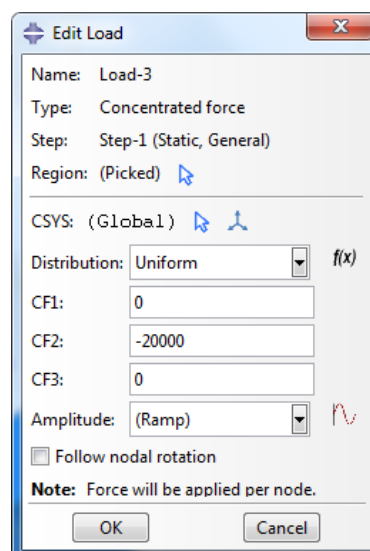
Kemudian untuk mengatur tumpuan pilih *Create Boundary Condition* (Gambar 4.58), kemudian pilih *Symmetry/Antisymmetry/Encastre* (Gambar 4.59), pilih *Encastre* karena tumpuan yang diinginkan bernilai nol atau jenis tumpuan jepit (Gambar 4.60). Tampilan yang telah selesai diinput data beban dapat dilihat pada Gambar 4.61.



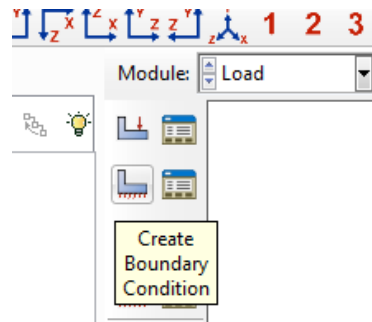
Gambar 4.55 Pemilihan menu *Create Load*



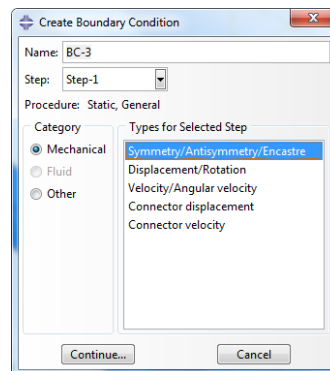
Gambar 4.56 Menu *Create Load*



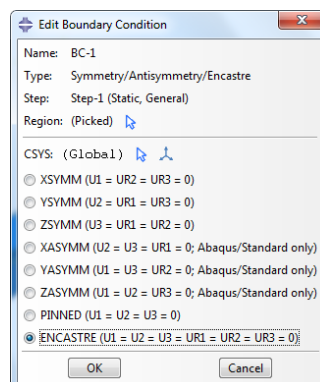
Gambar 4.57 *Input* beban titik



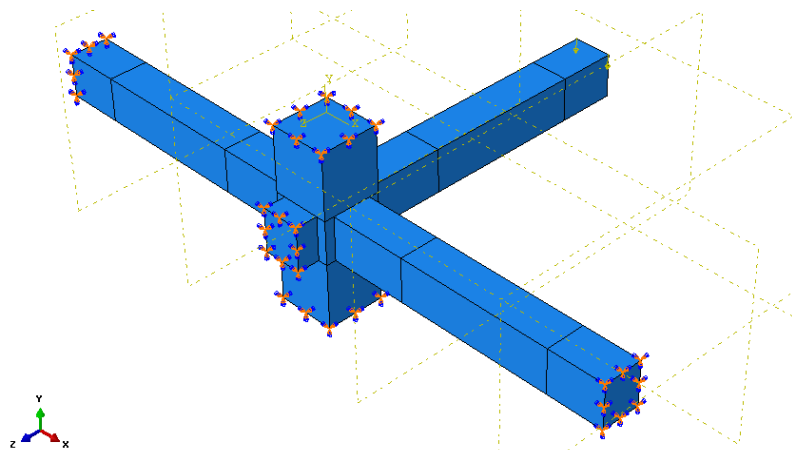
Gambar 4.58 Pemilihan menu *Create Boundary Condition*



Gambar 4.59 Menu untuk memilih jenis tumpuan



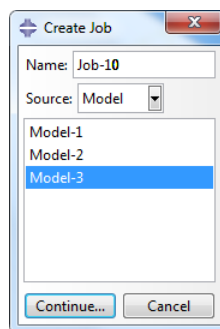
Gambar 4.60 Menu *Edit Boundary Condition* untuk memilih tumpuan jepit



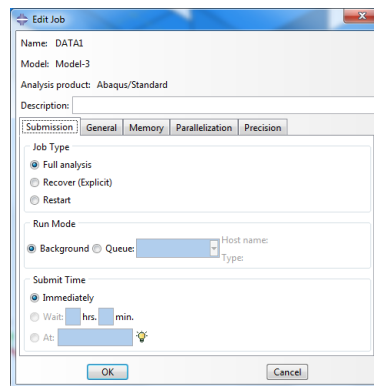
Gambar 4.61 Hasil dari benda uji yang telah diinput data *Load*

9. Modul *Job*

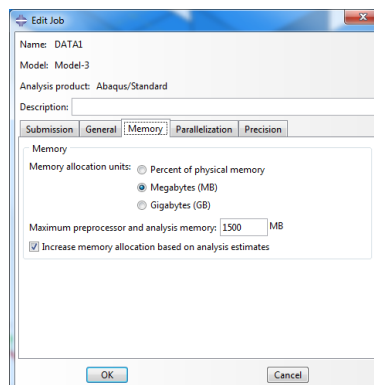
Job merupakan fasilitas untuk mengkonversi model menjadi *file input* yang selanjutnya akan dieksekusi secara numerik oleh *ABAQUS*. Prosedur yang dilakukan adalah pilih perintah *Job*, isikan nama *Job* dan klik *Continue* (Gambar 4.62). Selanjutnya isikan masukan *Job* pada bagian *Submission*, dan *Memory* seperti pada Gambar 4.63 dan Gambar 4.64 pilih *OK*. Untuk menjalankan analisis numerik pilih *Submit* dari *Job* yang dipilih (Gambar 4.65). Untuk melakukan *monitor* progress analisis numerik pilih *Monitor* (Gambar 4.66).



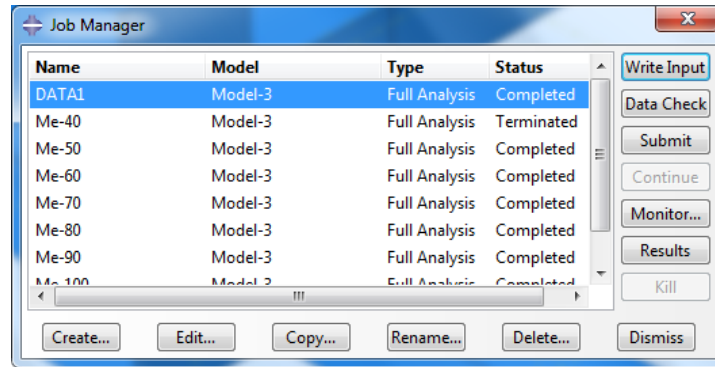
Gambar 4.62 Perintah *Create Job*



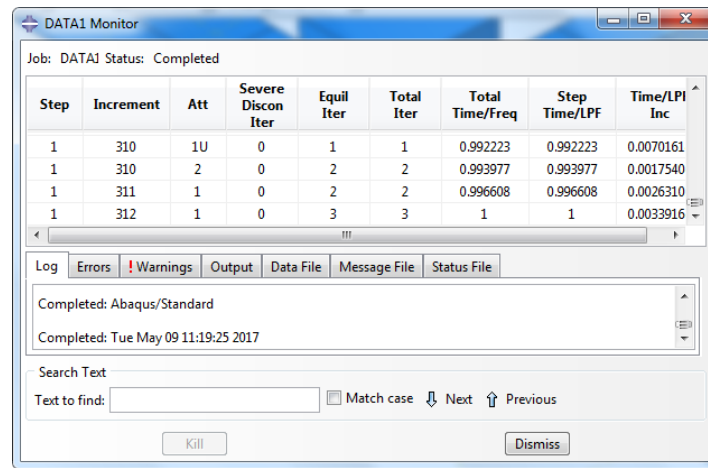
Gambar 4.63 Tampilan *Submission* pada *Edit Job*



Gambar 4.64 Tampilan pengaturan *Memory* pada *Edit Job*



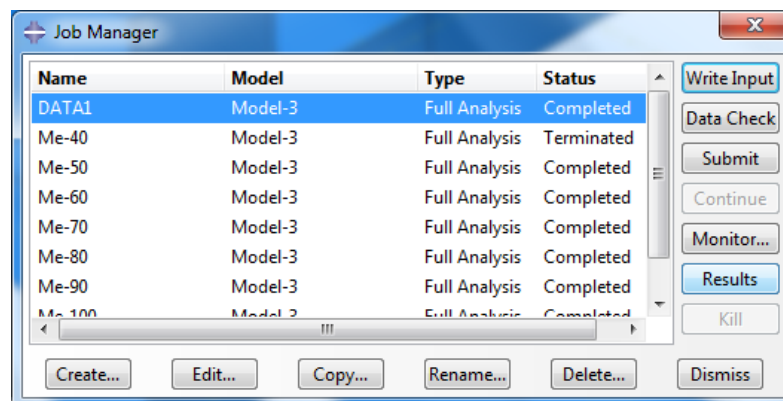
Gambar 4.65 Tampilan *Job* yang selesai dibuat



Gambar 4.66 Tampilan *Monitoring Job* yang telah selesai *running* (Completed)

10. Modul *Visualization*

Visualization merupakan fasilitas untuk menampilkan keluaran analisis numerik secara grafis meliputi kontur tegangan, regangan, *displacement*, *damage* parameter, dan parameter *output* lainnya. Cara menampilkan perintah ini adalah klik *Result* pada *form Job Manager* seperti pada Gambar 4.67.



Gambar 4.67 Perintah *Result* untuk menampilkan kontur parameter *output*