



CHƯƠNG 11

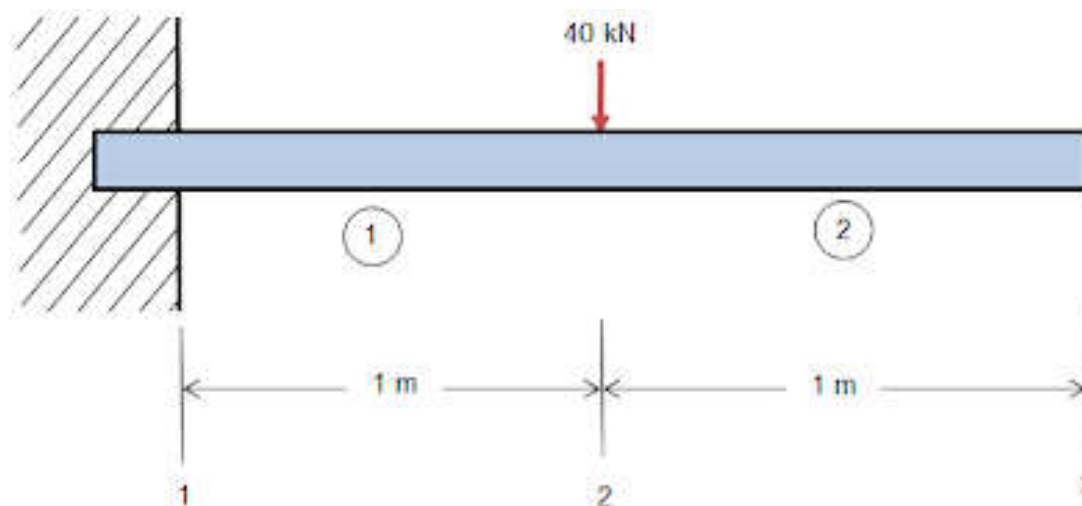
PHÂN TÍCH CẤU TRÚC DẦM BẰNG PHẦN MỀM PTHH

TS. Lê Thanh Long
lthlong@hcmut.edu.vn

Phân tích cấu trúc dầm bằng phần mềm phần tử hữu hạn

Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

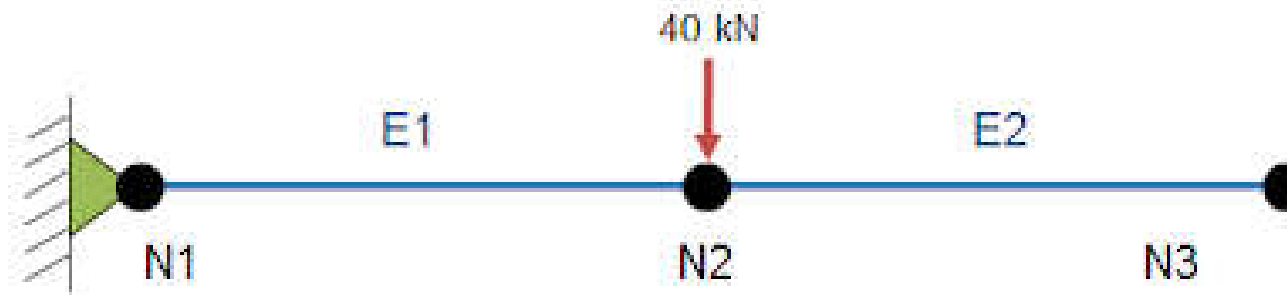
Hình 1 miêu tả về dầm chịu tác dụng của lực tập trung tại trung điểm của dầm, hình hai biểu diễn dầm dưới dạng phần tử hữu hạn.



Hình 01: Dầm dưới tác dụng của lực tập trung

Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

Dầm dài 2m bị ngàm đầu bên trái, đầu dầm bên phải tự do. Ở giữa dầm chịu lực tác dụng của lực tập trung $p=40\text{kN}$ và momen uốn 20kNm . Dầm làm bằng thép với $E=200\text{GPa}$ và $I=4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$



Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

Ta có thể dùng các dữ kiện của đề bài để lập bảng thông tin về nút, phần tử và điều kiện biên.

Node No	x-coordinate	Constrain Deflection	Constrain Rotation
1	0 m	Yes	Yes
2	1 m	No	No
3	2 m	No	No

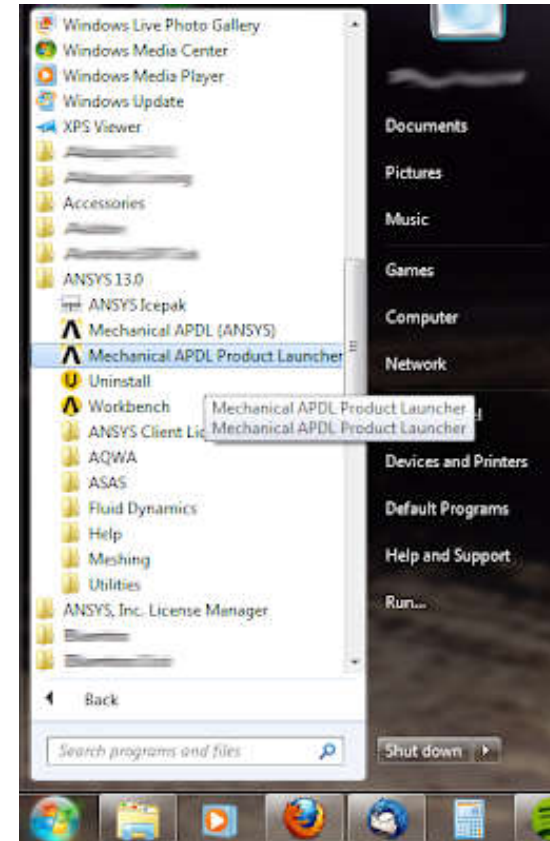
Element No	Node 1	Node 2	Elastic Modulus	2 nd Moment of Area
1	1	2	$210 \times 10^9 \text{ Pa}$	$4 \times 10^{-6} \text{ m}^4$
2	2	3	$210 \times 10^9 \text{ Pa}$	$4 \times 10^{-6} \text{ m}^4$

Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

Bước 1: Mở ANSYS

Chọn *Mechanical APDL*

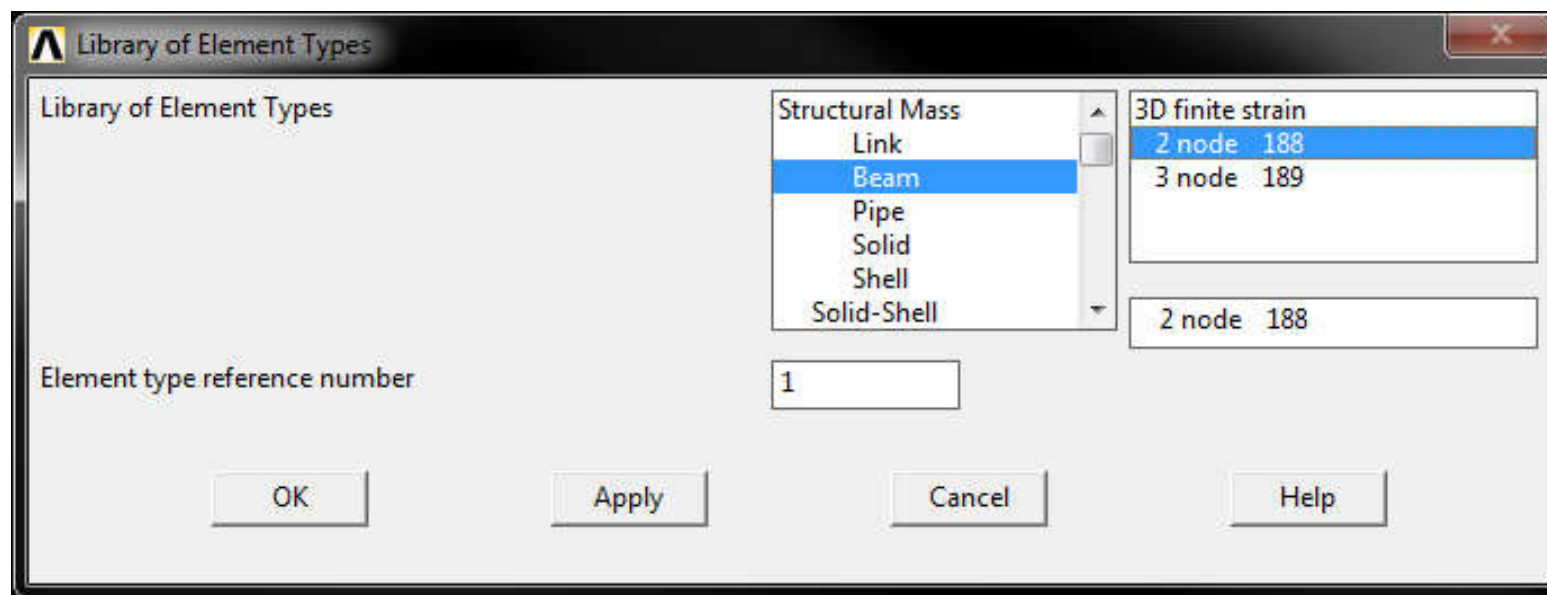
Product Launcher để mở giao diện ANSYS.



Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

Bước 2: Define Element Type

1. Trong **Main Menu** chọn **Preprocessor** > **Element Type** > **Add/Edit/Delete**
2. chọn **Add**.



Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

- Chọn *Beam* và 2 *node 188* sau đó bấm **OK**.
- Thao tác này sẽ định nghĩa phần tử 1 là BEAM 188 element. BEAM 188 là dầm 3D tuy nhiên ta phân tích nó như dầm 1D.
- Bấm Close.

Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

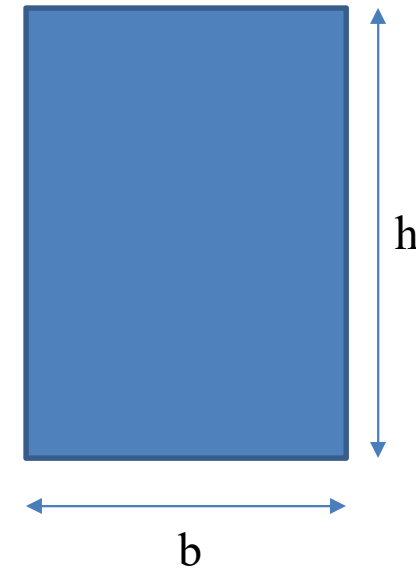
Bước 3: Định nghĩa mặt cắt dầm

Moment quán tính của dầm chữ nhật: $\frac{bh^3}{12}$

Giả định dầm có mặt cắt vuông: $b = h$

Moment quán tính dầm: $= \frac{h^4}{12} = 4 \times 10^{-6} m^4$

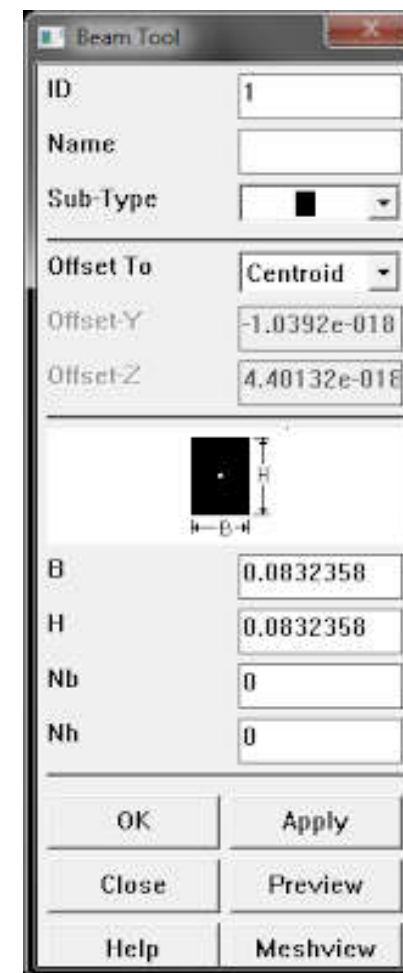
Vậy: $h^4 = 48 \times 10^{-6} m^4 \Rightarrow h = 0.0832358 m$



Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

Bước 3: Định nghĩa mặt cắt dầm

- Trong **Main Menu** chọn **Preprocessor**
> **Sections** > **Beam** > **Common Sections**
- Nhập 0.0832358 cho B
Và H.
- Chọn **OK** để đóng Beam Tool



Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

Bước 4: Định nghĩa tính chất của vật liệu

- Trong **Main Menu** chọn **Preprocessor** > **Material Props** > **Material Models** > *Define Material Model Behaviour*.
- Bấm phân mở rộng: **Structural** > **Linear** > **Isotropic**
- Chọn thông số phù hợp với vật liệu thép($E = 200 \times 10^9$ Pa, Poissons ratio = 0.3)
- Bấm chọn OK
- Đóng *Define Material Model Behaviour*

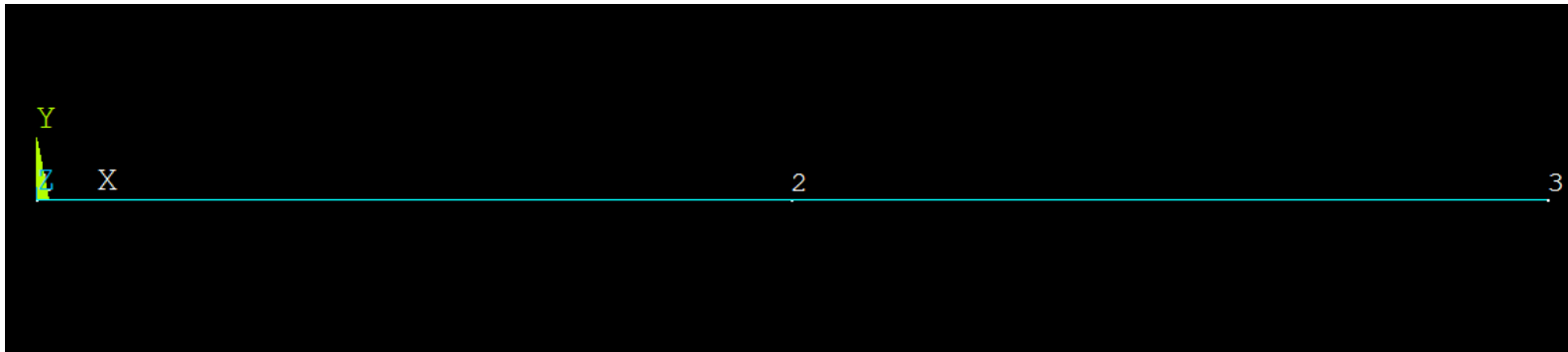
Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

Bước 5: Định nghĩa nút và phần tử

- Trong **Main Menu** chọn **Preprocessor** > **Modeling** > **Create** > **Nodes** > **In Active CS**
- Nhập thông số x và y cho nút 1 (0,0) và chọn **Apply**
- Nhập thông số x và y cho nút 2 (1,0) và chọn **Apply**
- Nhập thông số x và y cho nút 3 (2,0) và chọn **OK**.
- Ta liên kết các nút với nhau: chọn **Preprocessor** > **Modeling** > **Create** > **Elements** > **Auto Numbered** > **Thru Nodes**

Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

- Trong cửa sổ chính chọn nút 1 và 2. Sau đó chọn **Apply**
- Tiếp theo chọn nút 2 và 3 và chọn **OK**. Một đường thẳng nối giữa nút 2 và 3 sẽ xuất hiện



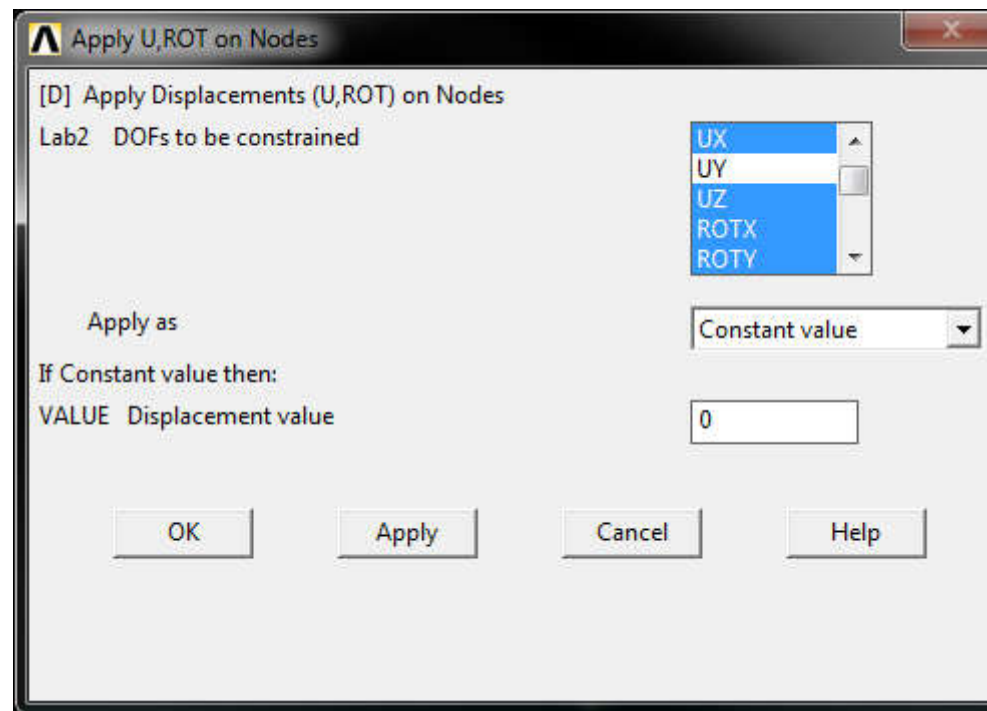
Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

Bước 6: Định nghĩa các điều kiện biên

- Sử dụng dầm 3D to để tính toán cho dầm 1D do đó cần giữ cho nút không dịch chuyển trong mặt phẳng xz).
- Do đó cần cố định nút theo các hướng UX, UZ, ROTX and ROTY directions.
- **Preprocessor > Loads > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Nodes**

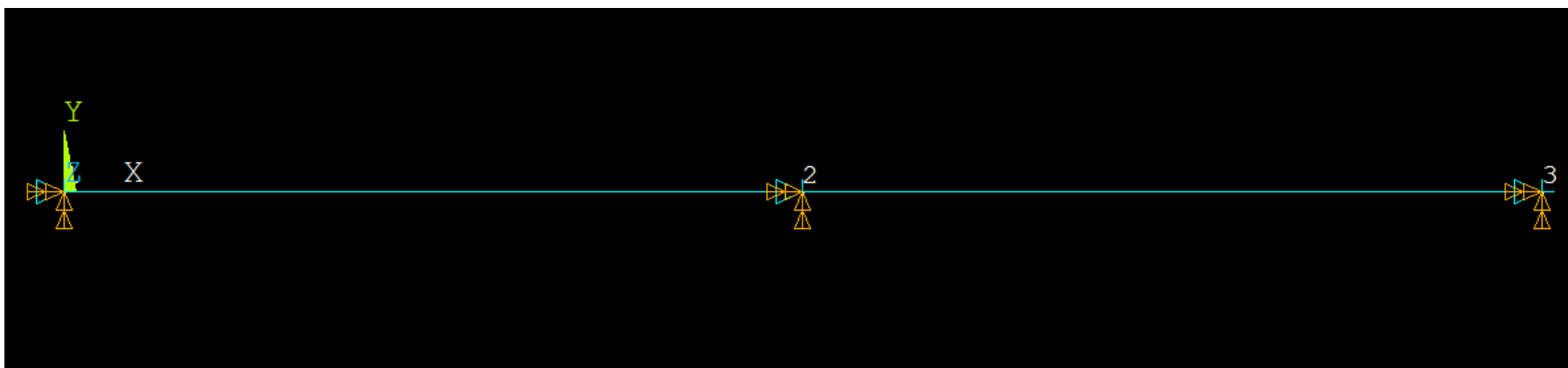
Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

- Chọn **Pick All**
- Chọn **UX, UZ, ROTX** và **ROTY** và nhập giá trị 0 cho *displacement value*



Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

Sau khi chọn OK, màn hình chính sẽ có dạng tương tự như bên dưới. Tam giác màu xanh đại diện cho nút cố định và mũi tên kép màu vàng biểu thị nút không thể xoay theo trục tương ứng



Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

- Tiếp theo ta nhập các điều kiện biên
- Sử dụng bảng vừa rồi: cố định nút một trên cả 6 bậc tự do
- Chọn: **Preprocessor > Loads > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Nodes**
- Chọn nút 1 và nhấn **Ok**.
- Chọn **All DOF** và nhập giá trị **0** cho *displacement value*
- Chọn **Ok**

Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

Bước 7: Định nghĩa lực tác dụng

- Chọn **Preprocessor > Loads > Define Loads > Apply > Structural > Force/ Moment > On Nodes**
- Chọn nút 2 và nhấn **Ok**
- Đảm bảo mục *direction of force* là **FY** và giá trị của ô *Force/ Moment value* là **-40000**.
- Ở màn hình chính sẽ hiển thị mũi tên màu đỏ hướng xuống ở nút 2

Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

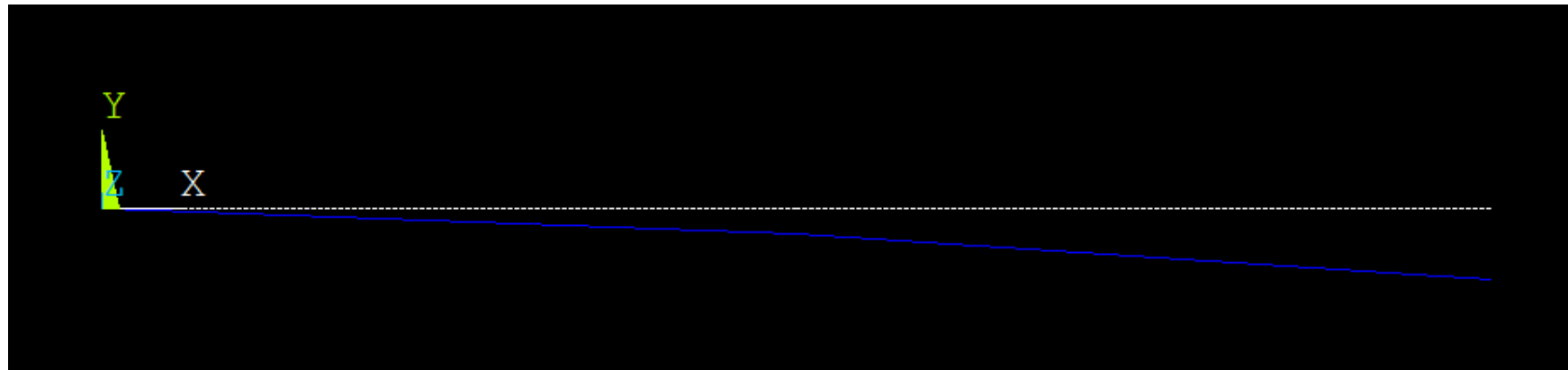
Bước 8: Giải bài toán

- Trong **Main Menu** chọn **Solution > Analysis Type > New Analysis**
- Chọn **Static** và nhấn **OK**
- Chọn **Solution > Solve > Current LS** để tiến hành giải bài toán
- Khi đã giải xong, sẽ có thông báo hiện ra.

Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

Bước 9: Xuất kết quả

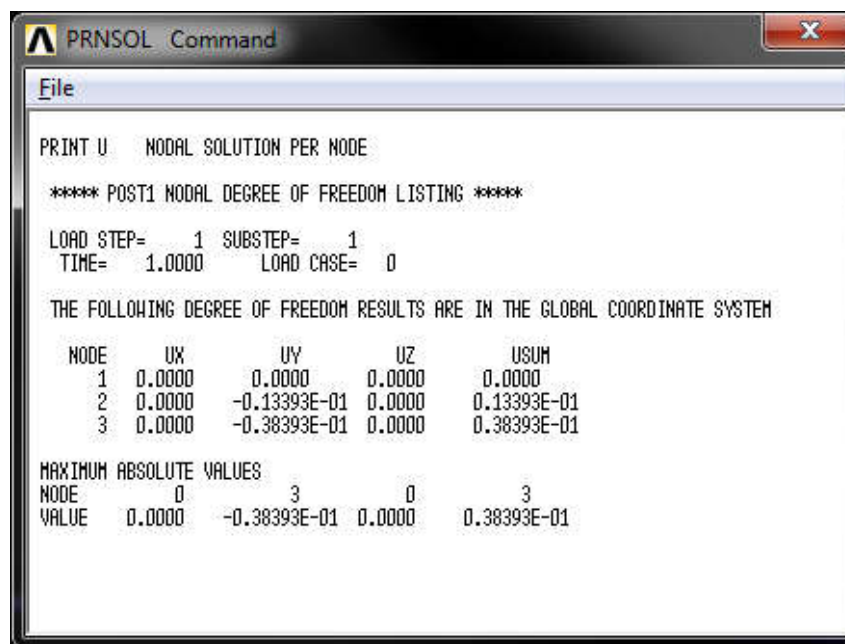
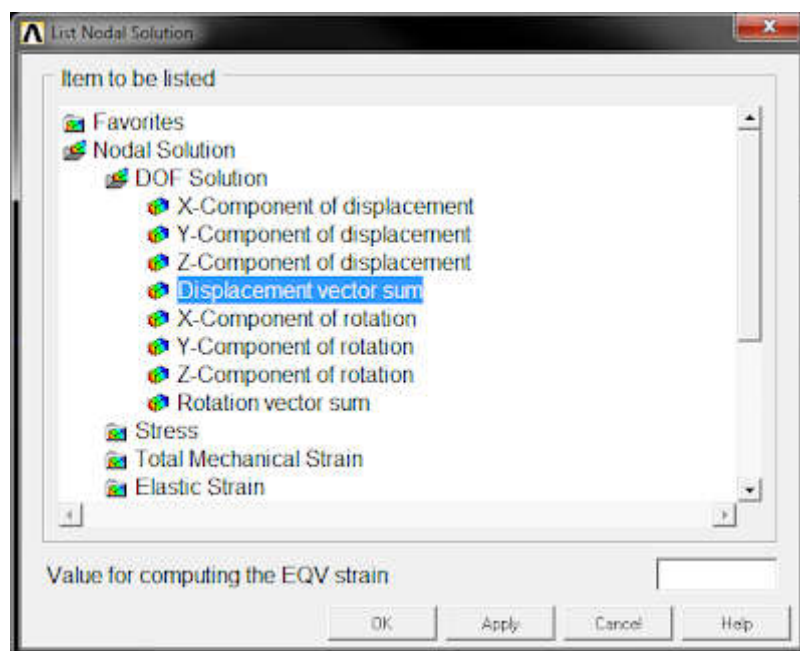
- Trong **Main Menu** chọn **General Postproc** > **Plot Results** > **Deformed Shape**



Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

Bước 9: Xuất kết quả

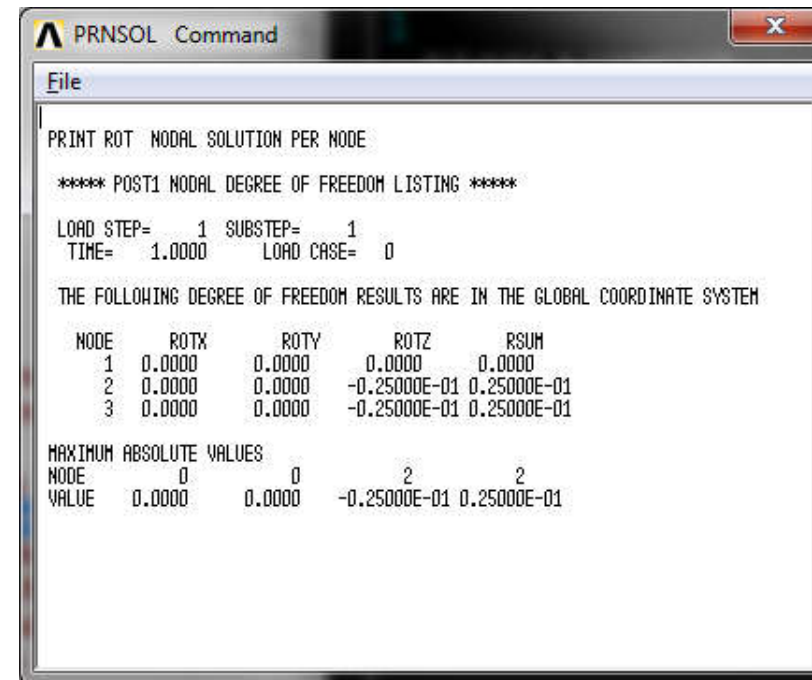
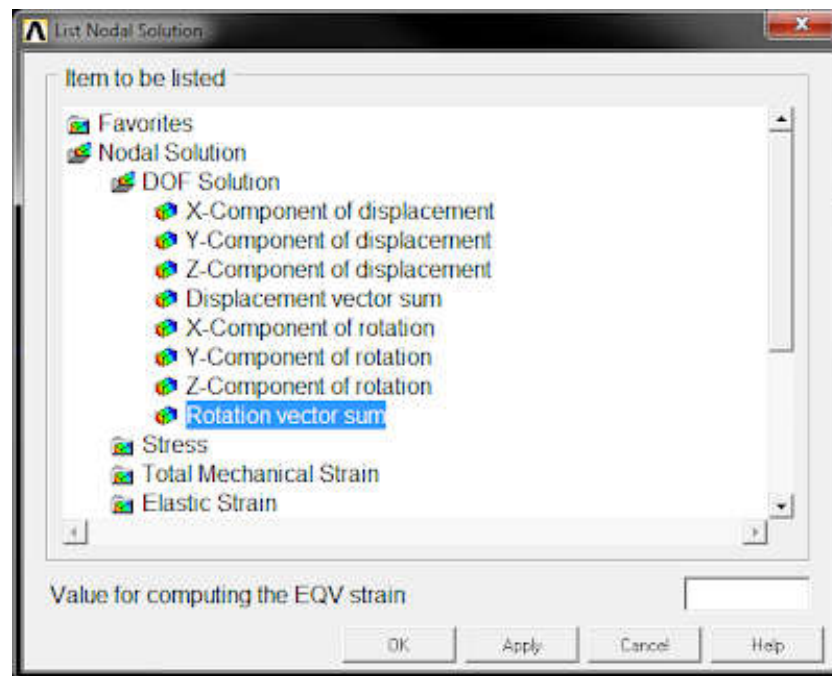
- Giá trị chuyển vị của các nút: **General Postproc > List Results > Nodal Solution > DOF Solution > Displacement Vector Sum**



Trường hợp 1: Dầm có lực tập trung P

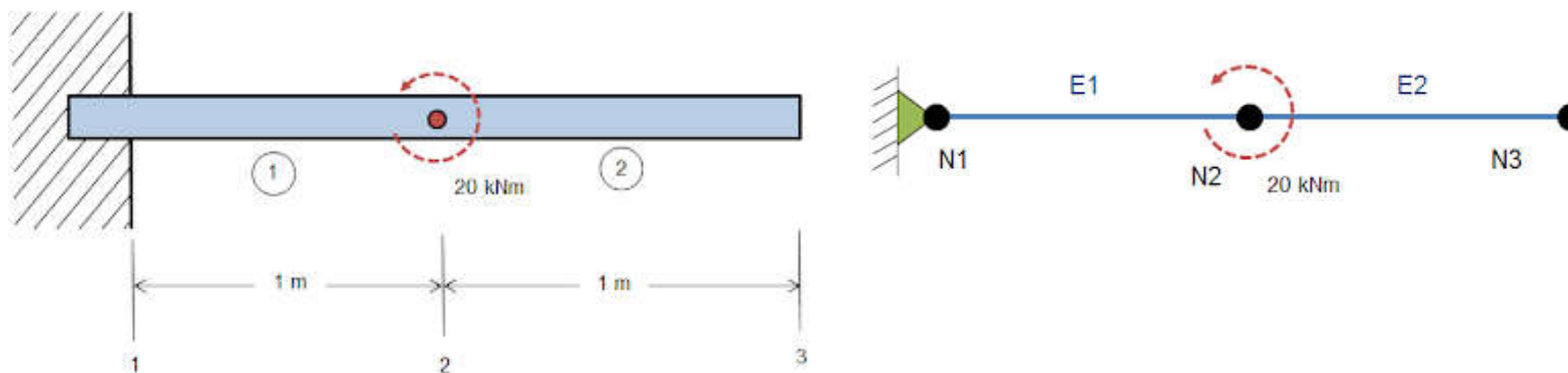
Bước 9: Xuất kết quả

- Độ võng: **General Postproc > List Results > Nodal Solution > DOF Solution > Rotation Vector Sum**



Trường hợp 2: Dầm chịu moment uốn

Thay đổi lực tập trung thành moment uốn của dầm trong trường hợp 1. Ta có hình ảnh minh họa và mô hình phần tử hữu hạn như sau:



Trường hợp 2: Dầm chịu moment uốn

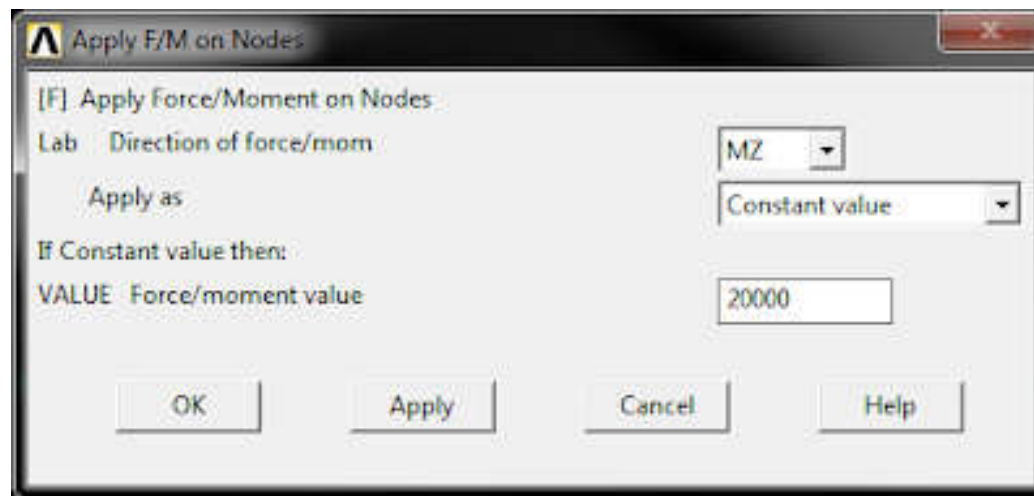
Bước 1 tới 6: Tạo model và thiết lập điều kiện biên

- Các bước trên tương tự trường hợp 1. Để xóa mọi hình từ trường hợp 1, bấm:
- **Preprocessor > Loads > Define Loads > Delete > Structural > Force/Moment > On Nodes**
- Chọn **Pick All** sau đó bấm **OK**

Trường hợp 2: Dầm chịu momen uốn

Bước 7: Đặt moment vào nút 2

- **Preprocessor > Loads > Define Loads > Apply > Structural > Force/Moment > On Nodes**
- Bấm chọn nút 2 và bấm OK
- Đổi thông số của mục *Direction of Force/Mom* sang **MZ** và nhập **20000** trong *force/moment value*:



Trường hợp 2: Dầm chịu momen uốn

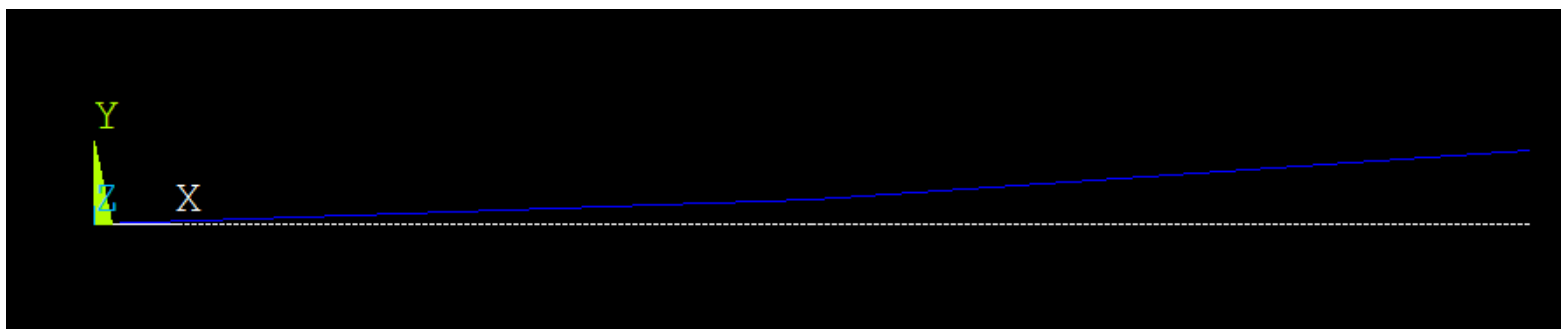
Bước 8: Giải bài toán

- Trong **Main Menu** chọn **Solution > Analysis Type > New Analysis**
- Chọn **Static** và nhấn **OK**
- Chọn **Solution > Solve > Current LS** để tiến hành giải bài toán
- Khi đã giải xong, sẽ có thông báo hiện ra.

Trường hợp 2: Dầm chịu momen uốn

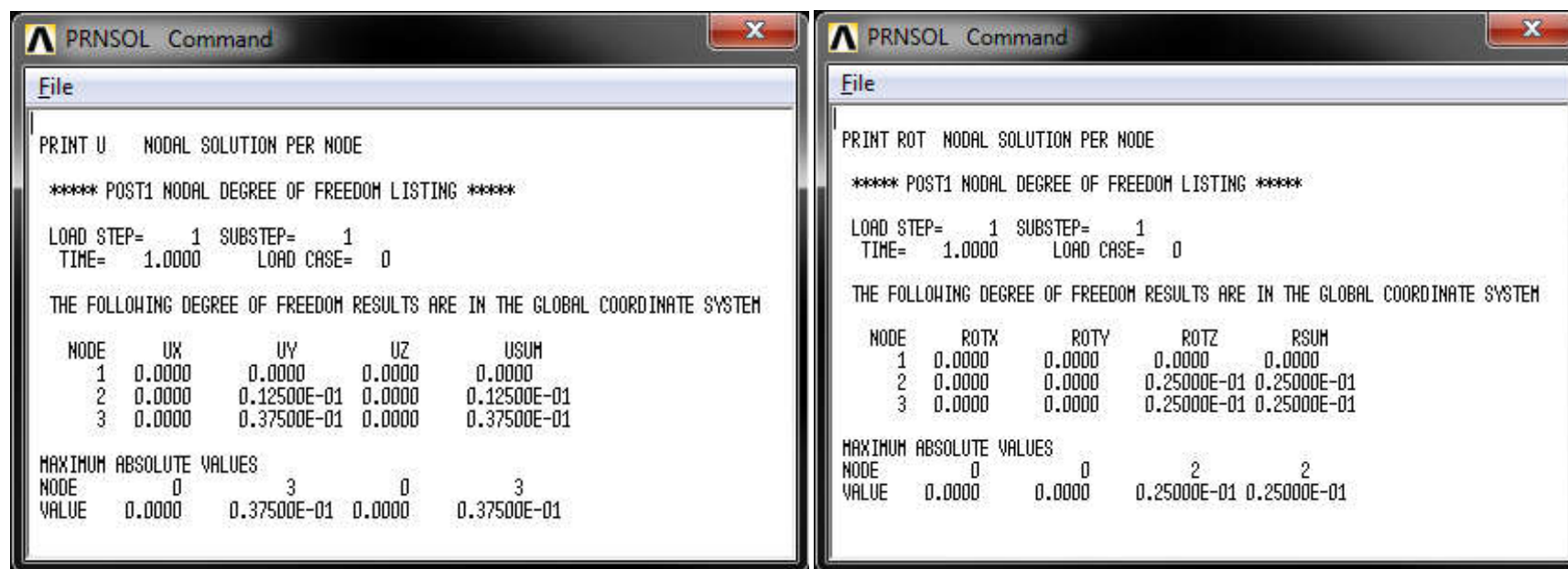
Bước 9: Xuất kết quả

- Trong **Main Menu** chọn **General Postproc** > **Plot Results** > **Deformed Shape**



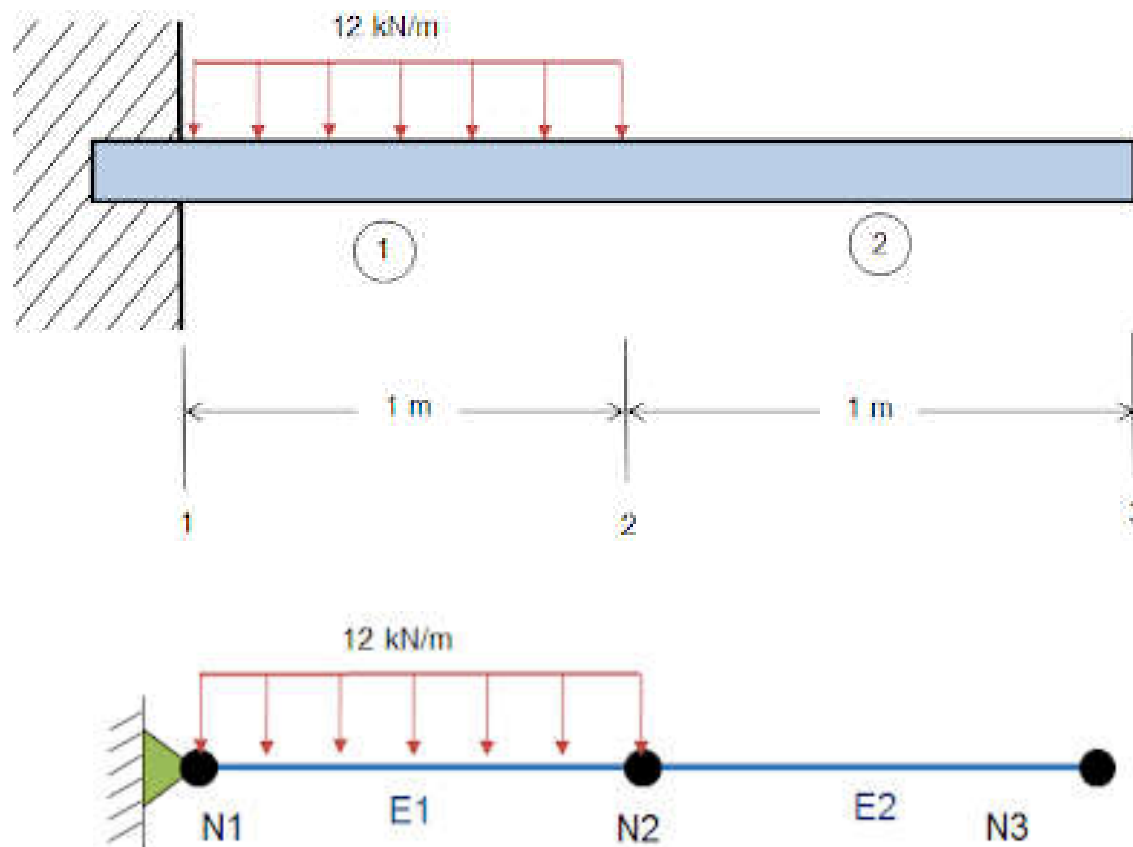
Trường hợp 2: Dầm chịu momen uốn

Giá trị chuyển vị và độ võng của các nút:



Trường hợp 3: Dầm chịu lực phân bố

Sử dụng dầm tương tự ở trường hợp 1 và 2, tuy nhiên thay thế lực tập trung và moment uốn bằng lực phân bố.



Trường hợp 3: Dầm chịu lực phân bố

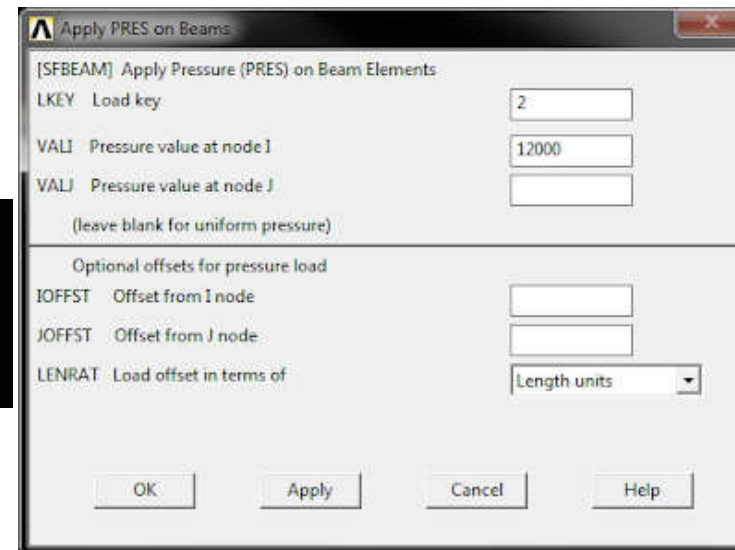
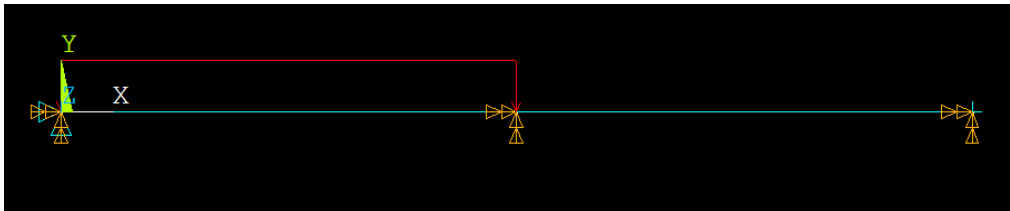
Bước 1 tới 6: Tạo model và thiết lập điều kiện biên

- Các bước trên tương tự trường hợp 1. Để xóa mọi hình từ trường hợp 1, bấm:
- **Preprocessor > Loads > Define Loads > Delete > Structural > Force/Moment > On Nodes**
- Chọn **Pick All** sau đó bấm **OK**

Trường hợp 3: Dầm chịu lực phân bố

Bước 7: Thiết lập lực phân bố lên dầm

- **Preprocessor > Loads > Define Loads > Apply > Structural > Pressure > On Beams**
- Chọn nút 1 và nhấn **OK**
- Đảm bảo rằng *Load Key* được đổi sang 2 và nhập 12000 trong *Pressure Value at Node I*



Trường hợp 3: Dầm chịu lực phân bố

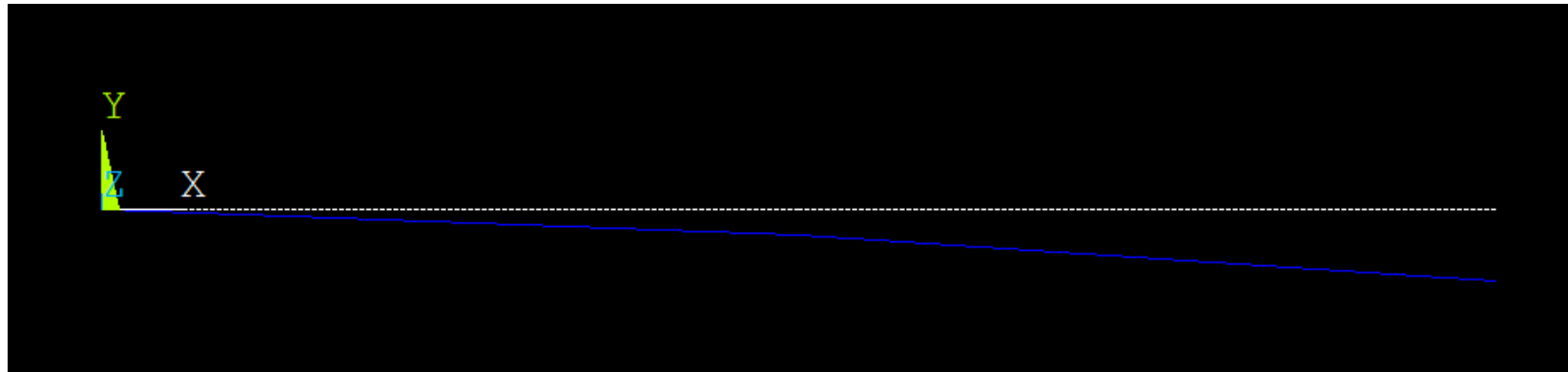
Bước 8: Giải bài toán

- Trong **Main Menu** chọn **Solution > Analysis Type > New Analysis**
- Chọn **Static** và nhấn **OK**
- Chọn **Solution > Solve > Current LS** để tiến hành giải bài toán
- Khi đã giải xong, sẽ có thông báo hiện ra.

Trường hợp 3: Dầm chịu lực phân bố

Bước 9: Xuất kết quả

- Trong **Main Menu** chọn **General Postproc** > **Plot Results** > **Deformed Shape**



Trường hợp 3: Dầm chịu lực phân bố

Bước 9: Examine the Results

Chuyển vị và độ võng của dầm:

```
PRNSOL Command
File
PRINT U  NODAL SOLUTION PER NODE
**** POST1 NODAL DEGREE OF FREEDOM LISTING ****
LOAD STEP= 1  SUBSTEP= 1
TIME= 1.0000  LOAD CASE= 0
THE FOLLOWING DEGREE OF FREEDOM RESULTS ARE IN THE GLOBAL COORDINATE SYSTEM
  NODE      UX      UY      UZ      USUM
    1  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
    2  0.0000 -0.20090E-02  0.0000  0.20090E-02
    3  0.0000 -0.57590E-02  0.0000  0.57590E-02
MAXIMUM ABSOLUTE VALUES
NODE      0      3      0      3
VALUE  0.0000 -0.57590E-02  0.0000  0.57590E-02
```

```
PRNSOL Command
File
PRINT ROT  NODAL SOLUTION PER NODE
**** POST1 NODAL DEGREE OF FREEDOM LISTING ****
LOAD STEP= 1  SUBSTEP= 1
TIME= 1.0000  LOAD CASE= 0
THE FOLLOWING DEGREE OF FREEDOM RESULTS ARE IN THE GLOBAL COORDINATE SYSTEM
  NODE      ROTX      ROTY      ROTZ      RSUM
    1  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
    2  0.0000  0.0000 -0.37500E-02  0.37500E-02
    3  0.0000  0.0000 -0.37500E-02  0.37500E-02
MAXIMUM ABSOLUTE VALUES
NODE      0      0      2      2
VALUE  0.0000  0.0000 -0.37500E-02  0.37500E-02
```

