

Integration Point Effect on Various Meshing Method of Thin-Aluminium Rectangular Plate

Hendri Hermawan¹⁾, Nuril Lutvi Azizah²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

[*hendrihermawan@umsida.ac.id](mailto:hendrihermawan@umsida.ac.id)

Abstract

The purpose of this research is to deduce static response of a square 1000 mm² aluminium plate with various element type in two particular boundary conditions. In this paper, Finite Element Analysis (FEA) was performed using ABAQUS and the results then compared with previous simulation results by ANSYS to obtain deeper bench marking concept. The numerical results showed that the deflection value obtained from ABAQUS simulation is widely differing to the results obtained by the ANSYS simulation. However, the optimum thickness obtained by both suggest the same thickness value in 50 mm and above.

Keywords – Solid, Shell, ABAQUS, Integration, Node

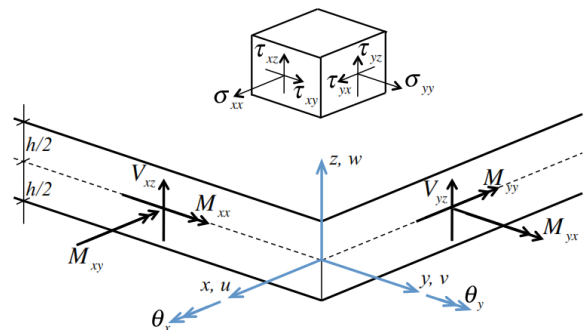
Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyimpulkan respons statik pelat aluminium persegi 1000 mm² dengan berbagai jenis elemen dalam dua kondisi batas tertentu. Dalam makalah ini, Analisis Elemen Hingga dilakukan menggunakan ABAQUS dan hasilnya kemudian dibandingkan dengan hasil simulasi sebelumnya oleh ANSYS untuk mendapatkan konsep penandaan acuan yang lebih dalam. Hasil numerik menunjukkan bahwa nilai lendutan yang diperoleh dari simulasi ABAQUS sangat berbeda dengan hasil yang diperoleh oleh simulasi ANSYS. Namun, ketebalan optimum yang diperoleh oleh keduanya menunjukkan ketebalan optimum yang sama pada nilai diatas 50 mm.

Kata kunci – Solid, Shell, ABAQUS, Integrasi, Nodal

PENDAHULUAN

Analisis elemen hingga (FEA) adalah teknik komputasi yang memanfaatkan mekanisme perpindahan antar titik nodal, dengan demikian teknik tersebut memiliki tingkat solusi tak terbatas dalam domain geometrik serumit apapun. Sehingga hal ini membawa pada pemikiran selanjutnya, pemodelan titik nodal apa yang tepat pada setiap permasalahan yang terjadi. Untuk mendekati model elemen yang mengakomodir mekanisme perpindahan titik nodal, *Finite Element Method* memiliki konsep dalam melakukan didiskritisasi menjadi sejumlah bagian terbatas yang dikenal sebagai elemen dengan mengekspresikan variabel yang tidak diketahui dalam bentuk fungsi bentuk (*shape function*) dalam setiap elemen. Model matematis yang diadopsi oleh beberapa program bantu dapat dilihat pada Gambar 1.

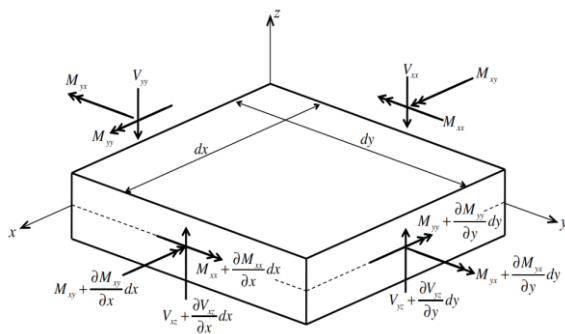


Gambar 1. Tegangan dan regangan pada elemen plat [1]

Pada penelitian yang dilakukan [1] ditemukan bahwa untuk *nanoplate* dengan rasio panjang-tebal yang lebih rendah, tegangan, gradien regangan dan energi permukaan memiliki pengaruh yang signifikan pada karakteristik getaran secara keseluruhan. Hal ini senada pada mekanisme alami lain seperti pergerakan air tanah [2], mekanisme beton yang diteliti oleh [3], [4] dan [5], bahkan juga pada mekanisme transportasi dan respon manusia yang sebelumnya ditulis oleh [6] dan [7] yang kesemuanya menuntun pada deduksi akan adanya pengaruh geometris dan geografis pada luaran perilaku yang terjadi. Selanjutnya pada [8] penegasan tentang hubungan kinematik yang mengungkapkan perbedaan mendasar antara Teori Kirchhoff dan Teori Mindlin. Teori Kirchhoff mengasumsikan bahwa garis vertikal tetap lurus

dan tegak lurus dengan bidang netral pelat selama pembengkokan. Sebaliknya, teori Mindlin mempertahankan asumsi bahwa garis tetap lurus, tetapi tidak lagi tegak lurus dengan bidang netral. Itu berarti bahwa teori Kirchhoff berlaku untuk lempeng tipis, sedangkan teori Mindlin berlaku untuk pelat tebal di mana deformasi geser mungkin signifikan. Hal tersebut dapat dilihat visualisasi nya pada Gambar 2. Perumusan *sampling* elemen pelat tak-hingga yang ditunjukkan pada Gambar 2, menunjukan posisi dx sepanjang arah x dan dy sepanjang ke arah y . Ketebalannya adalah h dan mengalami intensitas beban yang didistribusikan $q(x,y)$ ke arah z . Kesenjangan kinematis dalam hasil arah- z ialah :

$$q + \frac{\partial^2 M_{xx}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_{yy}}{\partial y^2} + 2 \cdot \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} = 0$$



Gambar 2. Konsep elemen hingga pada program bantu [8]

METODE

Pendekatan matematis untuk memecahkan masalah dunia nyata selalu berkembang dari masa ke masa, pada saat yang sama tuntutan penggunaan komputer untuk menyelesaikannya berdampak di semua aspek keilmuan. Oleh karena itu, menurut [9] penggunaan program bantu tertentu lebih cocok digunakan untuk segmen tertentu pula, semisal Solidworks lebih ditujukan untuk pemodelan dan perhitungan cepat, sementara tiga program bantu lainnya, yaitu Abaqus, Ansys dan Inventor Nastran lebih cocok digunakan oleh para peneliti dengan imulasi FEM yang lebih mendalam. Penulisan artikel ini akan mencoba melihat dari sudut pandang lain hasil dari penelitian yang dilakukan oleh [10] seperti terdiskripsi dibawah:

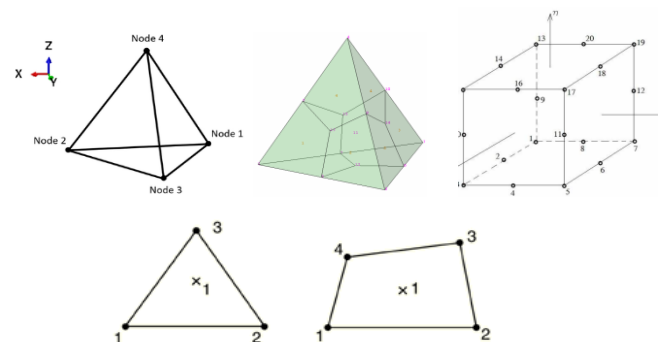
1. Formulasi menggunakan metode klasik (teori plat Kirchhoff) untuk pelat persegi panjang isotropik dengan *boundary condition* yang berbeda (perletakan *simple* dan *fixed*).
2. Formulasi elemen hingga untuk segiempat 4 *node* telah disajikan untuk menghitung variabel defleksi.
3. Pemrograman MATLAB telah dikembangkan untuk pelat persegi panjang isotropik oleh mempertimbangkan elemen master sebagai segiempat 4 *node element*.
4. Analisis telah dilakukan struktur benda uji yang sama (pelat persegi) dengan program bantu ANSYS. Dalam analisis ini, empat simpul segiempat dipertimbangkan untuk pembuatan mesh

5. Material yang digunakan ialah pelat aluminium, dengan *Modulus Young* $E = 70000$ MPa, *Poisson Ratio* $\nu = 0,33$
6. Beban yang didistribusikan secara merata (tekanan) ialah 0.0005 MPa pada plat berukuran $1000\text{mm} \times 1000\text{mm}$
7. Pelat dengan kondisi ketebalan bervariasi antara 10mm hingga 180mm

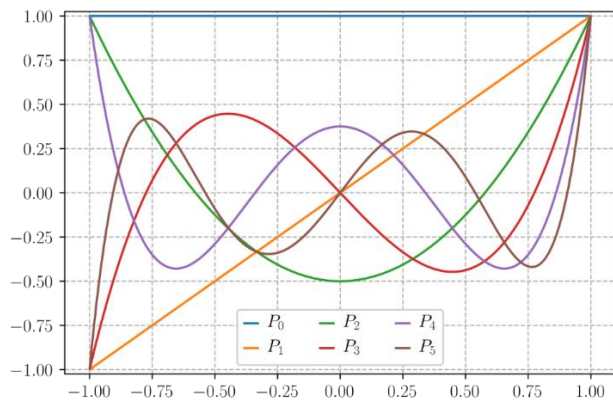
Untuk mempertajam kesimpulan yang diutarakan oleh [10], penulis ingin melihat dari sudut pandang teknik pendefinisian *Integration Point* terhadap benda uji yang sudah dilakukan diatas. Adapun instrumen yang diterapkan ialah sebagai berikut:

1. Formulasi elemen hingga yang sebelumnya menggunakan 4 *node*, akan dirubah menjadi 5 macam elemen, yaitu **C3D4** (4-*node linear tetrahedron*), **C3D10** (10-*node quadratic tetrahedron*), **C3D20** (20-*node quadratic brick*), **S3** (3-*node triangular general-purpose shell*), **S4R** (4-*node doubly curved thin or thick shell, reduced integration*) yang akan diselesaikan dengan program bantu ABAQUS
2. Variasi tebal plat hanya pada 10mm hingga 50mm , hal ini dilakukan karena nilai defleksi plat dengan ketebalan diatas 50mm sudah seragam atau konvergen.
3. Untuk data pemodelan lainnya menggunakan variabel yang sama dengan artikel [10]

Pada masing-masing model elemen diatas, dapat dilihat bahwa pemberian asumsi nodal sangatlah penting, hal tersebut senada dengan [11] yang meneliti tentang perkembangan penggunaan elemen *hexahedral* dalam beberapa tahun terakhir telah mendapatkan banyak perhatian dibandingkan dengan elemen *tetrahedral* (misalnya, dalam studi persamaan *aero-acoustic* untuk melihat efisiensi komputasi antara elemen *tetrahedral* dan *hexahedral*). Penelitian oleh [12] yang menemukan bahwa antara *Gauss* satu-poin, dua-poin, dan tiga-poin (yang mengadopsi *Legendre sampling* dan aturan *Simpson's*) merujuk munculnya kasus khusus pada variabel kuadratur *Gauss* tiga-poin. Sehingga mekanisme integrasi nya dapat dilakukan dengan program bantu terkini yang modern tanpa harus melakukan ekstrapolasi polinomial tingkat lanjut.



Gambar 3. Ilustrasi 5 bentuk elemen (urutan sesuai penulisan diatas)



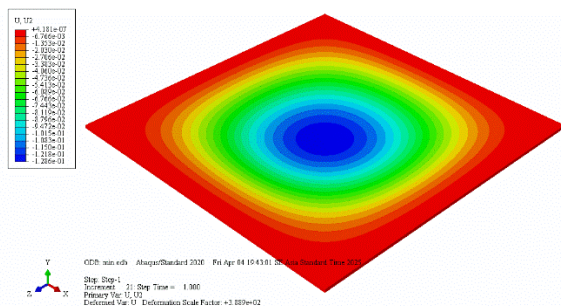
Gambar 4. Visualisasi polinomial legrende [13]

HASIL DAN PEMBAHASAN

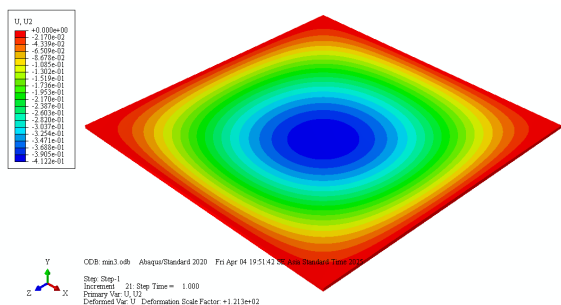
A. Luaran dengan tumpuan Simple

Untuk plat dengan tumpuan sederhana, kondisi batas yang digunakan ialah sebagai berikut:

1. $w(0)=0$. Karena plat diletakan secara sederhana, maka plat tidak dapat mengalami defleksi pada tumpuan sebelah kiri.
2. $w(L)=0$. Sama seperti kondisi pertama, plat tidak mengalami defleksi pada tumpuan kanan
3. $w''(0)=0$. Kondisi batas ini menyatakan bahwa plat bebas berputar dan tidak mengalami torsi apa pun.
4. $w''(L)=0$. Dengan cara yang sama, plat tidak mengalami dan momen lentur pada tumpuan sebelah kanan.



Gambar 5. Defleksi dengan elemen C3D4, -0.1286 mm



Gambar 6. Defleksi dengan elemen C3D4, -4.122 mm

Tabel 1 dibawah menampilkan lanjutan keseluruhan perhitungan untuk kondisi perletakan simple,

sebagai bentuk tabulasi lanjutan dari visualisasi luaran Abaqus pada Gambar 5 dan Gambar 6

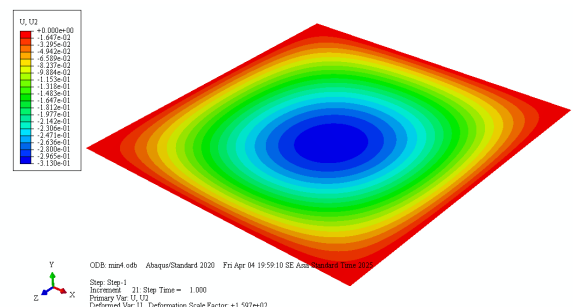
Tabel 1. Nilai defleksi pada tumpuan simply (mm)

Tebal	SAP2000	S3	S4R	C3D4	C3D10	C3D20	from [10]
10	0.3105	0.3129	0.313	0.412	0.2808	0.3104	0.0088
20	0.0391	0.03949	0.03904	0.05158	0.03514	0.03886	N/A
30	0.0114	0.01182	0.01178	0.01531	0.008014	0.01154	0.0033
40	0.0049	0.005045	0.005018	0.006474	0.003634	0.004885	N/A
50	0.0025	0.002615	0.002596	0.003325	0.001843	0.002511	0.00041

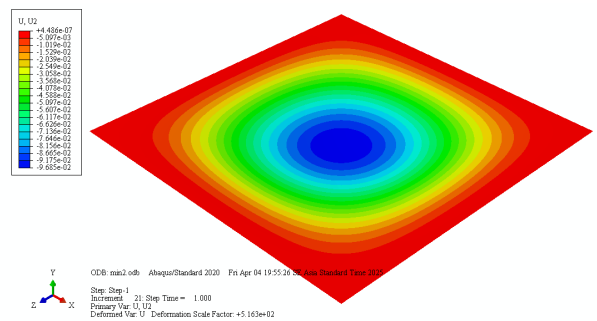
B. Luaran dengan tumpuan fixed

Pada pelat dengan tumpuan fixed/dijepit, maka defleksi dan gradien slope diperletakan bernilai zero, dan pada tumpuan boundary condition berlaku sebagai berikut:

1. $w(0)=0$ dan $w(L)=0$. Plat tidak mengalami defleksi pada tumpuan kanan dan kiri
2. $w'(0)=0$ dan $w'(L)=0$. Plat mengalami momen lentur pada tumpuan sebelah kanan dan kiri.



Gambar 7. Defleksi plat jenis S4R, 0.313 mm



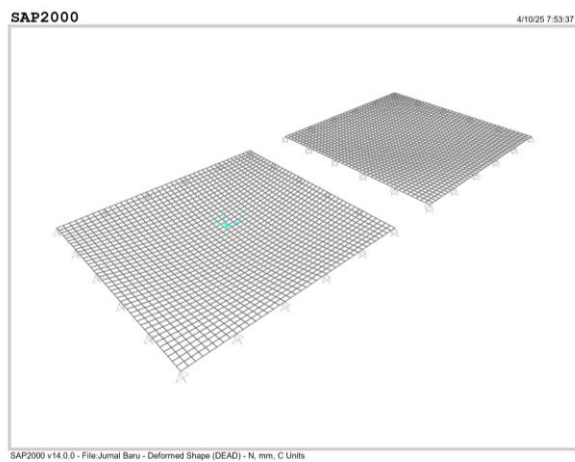
Gambar 8. Defleksi plat jenis S3, 0.0968 mm

Tabel 2 dibawah menampilkan lanjutan keseluruhan perhitungan untuk kondisi perletakan simple,

sebagai bentuk tabulasi lanjutan dari visualisasi luaran Abaqus pada Gambar 7 dan Gambar 8

Tabel 2. Nilai defleksi pada tumpuan fixed (mm)

Te bal	SAP2 000	S3	S4R	C3D4	C3D1 0	C3D2 0	from [10]
10	0.163 5	0.0968 5	0.0968 9	0.128 6	0.0875 0	0.0966 5	0.008 8
20	0.021 6	0.0121 8	0.0121 7	0.016 13	0.0109 8	0.0121 3	N/A
30	0.006 3	0.0036 46	0.0036 37	0.004 811	0.0025 25	0.0036 23	0.003 3
40	0.002 7	0.0015 6	0.0015 53	0.002 048	0.0011 74	0.0015 46	N/A
50	0.001 3	0.0008 128	0.0008 075	0.001 063	0.0006 058	0.0008 039	0.000 041

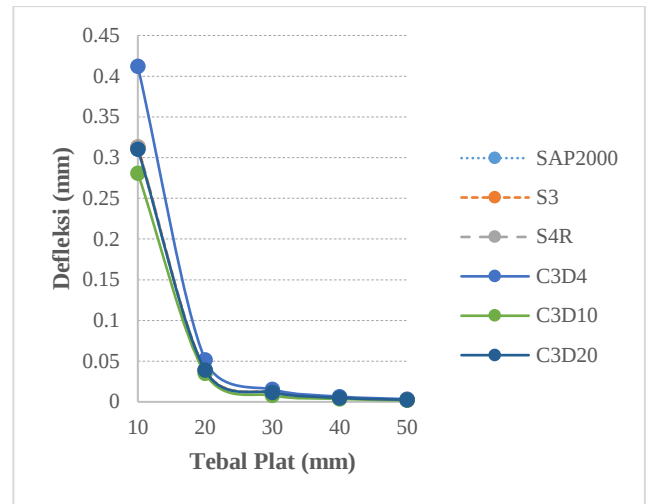


Gambar 9. Simulasi tambahan dengan program bantu SAP2000

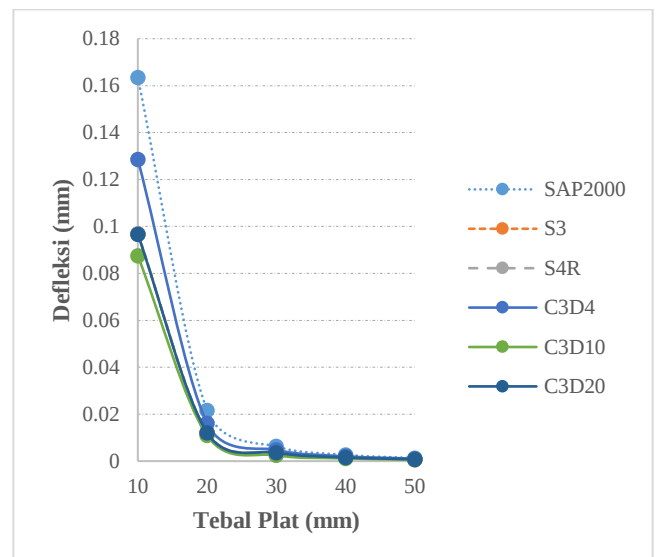
C. Pengamatan grafis

Dalam [14] dikemukakan bahwa rumus asimtotik yang tepat hingga presisi mesin untuk n (*integration point*) ≥ 21 dan untuk bobot yang tepat dengan komputer untuk $n \geq 30$. Hal tersebut menjadi penguat dugaan akan adanya hubungan antara tingkat kompleksitas elemen dan keakuratan suatu hasil perhitungan seperti yang tertera pada grafik di Gambar 10 untuk kondisi *simply support*, dan Gambar 11 untuk kondisi *fixed support*.

Pada kondisi *simply* menunjukkan perbedaan dan perubahan drastis nilai defleksi hanya pada ketebalan 10mm ke 20 mm, model elemen yang “sepakat” saling berdekatan ialah tipe *shell* S3, S4R dan SAP2000, sedangkan untuk elemen *solid* memperlihatkan *gesture* tidak “sepakat” atau saling menjauhi. Akan tetapi pada tahap ketebalan plat diatas 30 mm, kedua jenis elemen menunjukkan titik bertemu yang sama atau konvergen



Gambar 10. Trend grafis hasil defleksi kondisi *simply support*



Gambar 11 Trend grafis hasil defleksi kondisi *fixed support*

Pada kondisi *fixed* juga menunjukkan perubahan drastis nilai defleksi pada ketebalan 10 mm ke 20 mm, model elemen yang “sepakat” saling berdekatan ialah tipe hanya *shell* S3, dan S4R tetapi sangat berbeda jauh pada hasil SAP2000, sedangkan untuk elemen *solid* juga memperlihatkan perilaku mekanis sama seperti pada kondisi *simply support*.

SIMPULAN

Selanjutnya secara statistik dilakukan pendekatan untuk melihat keterkaitan antara gradien defleksi terhadap proporsi kekakuan suatu sistem yang sedang menerima beban, hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Fungsi bentuk (*Shape function*) merupakan properti unik dari suatu elemen, fungsi ini bergantung pada sistem koordinat lokal elemen, posisi koordinat node, jumlah titik integrasi, dan perpindahan simpul. Dengan

memanfaatkan fungsi bentuk ini akan membawa kita pada luaran nilai tegangan, regangan, & banyak variabel lainnya di keseluruhan *body* suatu struktur.

Tabel 3. Hubungan antara kekakuan lentur dan gradien defleksi

t (m)	Gradien SAP200 0	Gradien S3	Gradien S4R	Gradien C3D4	Gradien C3D10	Gradien C3D20	St. Deviasi
10 ke 20	1.419%	0.8467%	0.8472%	1.1247%	0.765%	0.8452%	0.025
20 ke 30	0.153%	0.0853%	0.0853%	0.1132%	0.0845%	0.0850%	0.0027
30 ke 40	0.036%	0.02086%	0.02084%	0.02763%	0.0135%	0.0207%	7e-5
40 ke 50	0.014%	0.0747%	0.00746%	0.00985%	0.0057%	0.00742%	2.94e-5

Dapat disimpulkan bahwa proporsi inersia t/L yang relatif stabil gradien defleksinya ialah $0.03 < t/L < 0.04$, hal ini berbeda dengan hasil penelitian [10] yang memuat suatu nilai optimum untuk plat persegi ialah 50 mm.

REFERENSI

- L. Lu, X. Guo, and J. Zhao, "On the mechanics of Kirchhoff and Mindlin plates incorporating surface energy," *Int J Eng Sci*, vol. 124, pp. 24–40, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.ijengsci.2017.11.020.
- Tatas, H. J. Chu, T. J. Burbey, and C. W. Lin, "Mapping regional subsidence rate from electricity consumption-based groundwater extraction," *J Hydrol Reg Stud*, vol. 45, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.ejrh.2022.101289.
- G. Ghewa, "Efek Penggunaan Supplementary Material Pada Beton, Ditinjau Terhadap Susut Dan Induksi Keretakan Akibat Korosi," *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, vol. 5, no. 2, pp. 61–67, Oct. 2022, doi: 10.54367/jrkms.v5i2.2001.
- M. Ali Rofiq and M. Tsabit, "Simposium Nasional RAPI XIX Tahun 2020 FT UMS ANALISA ELEMEN HINGGA KEGAGALAN GESER KOLOM BETON BERTULANG MUTU TINGGI AKIBAT BEBAN AKSIAL".
- M. Mooy, P. H. Simatupang, and J. H. Frans, "PENGARUH SUHU CURING BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON," 2017.
- N. L. Azizah, "APLIKASI METODE TRANSPORTASI DALAM OPTIMASI BIAYA DISTRIBUSI BERAS SEJAHTERA PADA PERUM BULOG SUB-DIVRE SIDOARJO," *Jurnal Ilmiah Soulmath : Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, vol. 6, no. 1, pp. 15–23, Mar. 2018, doi: 10.25139/sm.v6i1.781.
- P. Lenggo Ginny, R. Prameswari, and C. G. Farunik, "The Influence of Customer Relationship Management and Service Quality on Customer Satisfaction On the Tokopedia Marketplace,"

2022. [Online]. Available:

<https://jurnal.ubd.ac.id/index.php/emabi>

- ANSYS Inc., *ANSYS Mechanical APDL Structural Analysis Guide*. Canonsburg: SAS IP, Inc, 2013.
- I. A. Magomedov and Z. S. Sebaeva, "Comparative study of finite element analysis software packages," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, May 2020. doi: 10.1088/1742-6596/1515/3/032073.
- Vanam B. C. L, "Static analysis of an isotropic rectangular plate using finite element analysis (FEA)," *Journal of Mechanical Engineering Research*, vol. 4, no. 4, Apr. 2012, doi: 10.5897/jmer11.088.
- T. M. Mamatha and B. Venkatesh, "Gauss quadrature rules for numerical integration over a standard tetrahedral element by decomposing into hexahedral elements," *Appl Math Comput*, vol. 271, pp. 1062–1070, Nov. 2015, doi: 10.1016/j.amc.2015.09.001.
- Y. D. Kwon, S. B. Kwon, B. K. Shim, and H. W. Kwon, "Comprehensive interpretation of a three-point gauss quadrature with variable sampling points and its application to integration for discrete data," *J Appl Math*, vol. 2013, 2013, doi: 10.1155/2013/471731.
- K. H. Yang, "Element Stiffness Matrix," in *Basic Finite Element Method as Applied to Injury Biomechanics*, Elsevier, 2018, pp. 151–230. doi: 10.1016/B978-0-12-809831-8.00004-0.
- I. Bogaert, "ITERATION-FREE COMPUTATION OF GAUSS-LEGENDRE QUADRATURE NODES AND WEIGHTS *," 2014.

LAMPIRAN [ABAQUS JNL FILE]

```
from part import *
from material import *
from section import *
from optimization import *
from assembly import *
from step import *
from interaction import *
from load import *
from mesh import *
from job import *
from sketch import *
from visualization import *
from connectorBehavior import *
mdb.models['Model-1'].ConstrainedSketch(name='__profile__', sheetSize=200.0)
mdb.models['Model-1'].sketches['__profile__'].rectangle(point1=(-35.0, 30.0),
point2=(35.0, -30.0))
mdb.models['Model-1'].sketches['__profile__'].ObliqueDimension(textPoint=(-
-45.0151786804199, 6.0016975402832), value=1000.0, vertex1=
mdb.models['Model-1'].sketches['__profile__'].vertices[0], vertex2=
mdb.models['Model-1'].sketches['__profile__'].vertices[1])
mdb.models['Model-1'].sketches['__profile__'].ObliqueDimension(textPoint=(-
-12.1791763305664, -32.979621887207), value=1000.0, vertex1=
mdb.models['Model-1'].sketches['__profile__'].vertices[1], vertex2=
mdb.models['Model-1'].sketches['__profile__'].vertices[2])
mdb.models['Model-1'].Part(dimensionality=THREE_D, name='Part-1', type=
DEFORMABLE_BODY)
mdb.models['Model-1'].parts['Part-1'].BaseSolidExtrude(depth=2.0, sketch=
mdb.models['Model-1'].sketches['__profile__'])
del mdb.models['Model-1'].sketches['__profile__']
mdb.models['Model-1'].Material(name='BJ37')
mdb.models['Model-1'].materials['BJ37'].Elastic(dependencies=0, moduli=
LONG_TERM, noCompression=OFF, noTension=OFF, table=((200000.0,
0.3),),
```

```

    temperatureDependency=OFF, type=ISOTROPIC)
mdb.models['Model-1'].materials['BJ37'].Density(dependencies=0,
    distributionType=UNIFORM, fieldName="", table=((7.85e-09, ), ),
    temperatureDependency=OFF)
mdb.models['Model-1'].materials['BJ37'].Plastic(dataType=HALF_CYCLE,
    dependencies=0, hardening=ISOTROPIC, numBackstresses=1, rate=OFF,
    strainRangeDependency=OFF, table=((240.8, 0.0), (244.2, 0.00029), (247.6,
    0.00062), (251.1, 0.001), (254.6, 0.00143), (258.0, 0.00193), (261.6,
    0.0025), (265.1, 0.00314), (268.7, 0.00388), (272.3, 0.0047), (275.9,
    0.00564), (279.6, 0.0067), (283.3, 0.00788), (287.0, 0.00922), (290.9,
    0.01071), (294.8, 0.01238), (298.7, 0.01425), (302.8, 0.01633), (306.9,
    0.01865), (311.1, 0.02122), (315.5, 0.02408), (319.9, 0.02725), (324.5,
    0.03075), (329.3, 0.03463), (334.2, 0.03889), (339.3, 0.04359), (344.6,
    0.04876), (350.1, 0.05444), (355.9, 0.06065), (361.9, 0.06746), (368.2,
    0.07489), (374.9, 0.083), (381.9, 0.09183), (389.4, 0.10143), (397.2,
    0.11184), (405.6, 0.12313), (414.4, 0.13533), (423.9, 0.1485), (433.9,
    0.1627), (444.7, 0.17796))), temperatureDependency=OFF)
mdb.models['Model-1'].materials['BJ37'].setValues(materialIdentifier="")
mdb.models['Model-1'].materials['BJ37'].DuctileDamageInitiation(alpha=0.0,
    definition=MSFLD, dependencies=0, direction=NMORI, feq=10.0, fnn=10.0,
    fnt=
    10.0, frequency=1, ks=0.0, numberImperfections=4, omega=1.0, position=
    CENTROID, table=((0.2, 0.0, 0.0), ), temperatureDependency=OFF, tolerance=
    0.05)
mdb.models['Model-
1'].materials['BJ37'].ductileDamageInitiation.DamageEvolution(
    degradation=MAXIMUM, dependencies=0,
    mixedModeBehavior=MODE_INDEPENDENT,
    modeMixRatio=ENERGY, power=None, softening=LINEAR, table=((0.18, ), ),
    temperatureDependency=OFF, type=DISPLACEMENT)
mdb.models['Model-1'].materials['BJ37'].setValues(description="")
mdb.models['Model-1'].HomogeneousSolidSection(material='BJ37',
    name='Section-1'
    , thickness=None)
mdb.models['Model-1'].parts['Part-1'].SectionAssignment(offset=0.0,
    offsetField="", offsetType=MIDDLE_SURFACE, region=Region(
    cells=mdb.models['Model-1'].parts['Part-1'].cells.getSequenceFromMask(
    mask=('#1 J', ), ), sectionName='Section-1', thicknessAssignment=
    FROM_SECTION)
mdb.models['Model-1'].parts['Part-1'].seedPart(deviationFactor=0.1,
    minSizeFactor=0.1, size=20.0)
mdb.models['Model-1'].parts['Part-1'].generateMesh()
mdb.models['Model-1'].rootAssembly.DatumCsysByDefault(CARTESIAN)
mdb.models['Model-1'].rootAssembly.Instance(dependent=ON, name='Part-1-1',
    part=mdb.models['Model-1'].parts['Part-1'])
mdb.models['Model-1'].rootAssembly.rotate(angle=90.0, axisDirection=(-10.0,
    0.0, 0.0), axisPoint=(965.0, -30.0, 2.0), instanceList=('Part-1-1', ))
mdb.models['Model-1'].rootAssembly.translate(instanceList=('Part-1-1', ),
    vector=(35.0, 30.0, -2.0))
mdb.models['Model-1'].StaticStep(initialInc=0.001, maxInc=0.1,
    maxNumInc=10000,
    name='Step-1', previous='Initial')
mdb.models['Model-1'].EncastreBC(createStepName='Step-1', localCsys=None,
    name=
    'BC-1', region=Region(
    faces=mdb.models['Model-1'].rootAssembly.instances['Part-1-
    1'].faces.getSequenceFromMask(
    mask=('#f J', ), )))
mdb.models['Model-1'].Pressure(amplitude=UNSET, createStepName='Step-1',
    distributionType=UNIFORM, field="", magnitude=0.01, name='Load-1',
    region=
    Region(
    side1Faces=mdb.models['Model-1'].rootAssembly.instances['Part-1-
    1'].faces.getSequenceFromMask(
    mask=('#10 J', ), )))
mdb.Job(atTime=None, contactPrint=OFF, description="", echoPrint=OFF,
    explicitPrecision=SINGLE, getMemoryFromAnalysis=True, historyPrint=OFF,
    memory=90, memoryUnits=PERCENTAGE, model='Model-1',
    modelPrint=OFF,
    multiprocessingMode=DEFAULT, name='min',
    nodalOutputPrecision=SINGLE,
    numCpus=1, numGPUs=0, queue=None, resultsFormat=ODB, scratch="",
    type=
    ANALYSIS, userSubroutine="", waitHours=0, waitMinutes=0)

```