

## **SKRIPSI**

# **ANALISA STRUKTUR PADA BANGUNAN SEKOLAH PANGGUNG PONPES ASSYAFI'YAH LOMBOK UTARA TERHADAP GAYA GEMPA**

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi**

**Pada program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I**

**Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram**



**DISUSUN OLEH :**

**YUSRAN INDRAFANDI**

**416110136P**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING**  
**SKRIPSI**  
**ANALISA STRUKTUR PADA BANGUNAN SEKOLAH PANGGUNG**  
**PONPES ASSYAFI'IAH LOMBOK UTARA TERHADAP**  
**GAYA GEMPA**

Disusun Oleh:

**YUSRAN INDRAFANDI**

**416110136P**

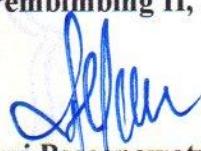
Mataram, 14 Agustus 2021

Pembimbing I,



**Ir. Agus Partono, MT**  
NIDN.0809085901

Pembimbing II,



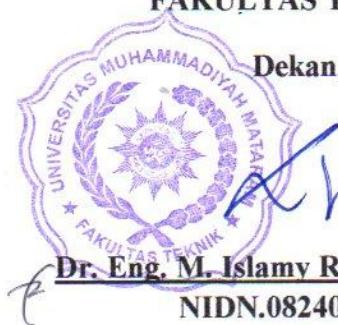
**Maya Saridewi Pascanawaty, ST.,MT**  
NIDN.0820098001

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

FAKULTAS TEKNIK

Dekan,



**Dr. Eng. M. Islamy Rusvida, ST.,MT**  
NIDN.0824017501

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI**  
**SKRIPSI**  
**ANALISA STRUKTUR PADA BANGUNAN SEKOLAH PANGGUNG**  
**PONPES ASSYAFI'YAH LOMBOK UTARA TERHADAP**  
**GAYA GEMPA**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

NAMA: YUSRAN INDRAFANDI

NIM: 416110136P

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari Sabtu, 14 Agustus 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

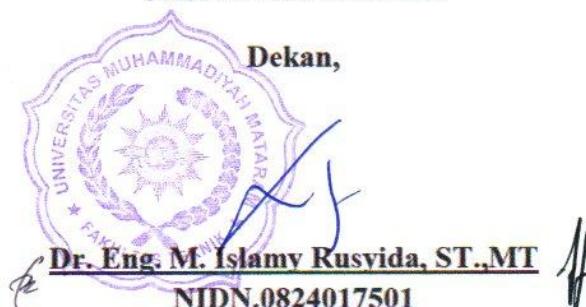
**Susunan Tim Penguji**

1. Penguji I : Ir. Agus Partono, MT
2. Penguji II : Maya Saridewi Pascanawaty, ST., MT
3. Penguji III : Ir. Isfanari, ST., MT

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

FAKULTAS TEKNIK



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :

Nama : Yusran Indrafandi  
NIM : 416110136P  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Sipil  
Institusi : Universitas Muhammadiyah Mataram

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas akhir ( skripsi ) yang berjudul : **“ANALISA STRUKTUR PADA BANGUNAN SEKOLAH PANGGUNG PONPES ASSYAFI’IYAH LOMBOK UTARA TERHADAP GAYA GEMPA”** Adalah benar –benar karya sendiri dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain dan memperoleh gelar akademik serjana teknik di Universitas Muhammadiyah Mataram maupun disuatu perguruan tinggi lain kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka sebagaimana mestinya.

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini didapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh Strata Satu (S-1) dibatalkan, serta diproses sesuai peraturan perundang-undangan yang telah berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 27).

Mataram, 14 Agustus 2021



Yusran Indrafandi  
NIM : 416110136P



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

## UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat  
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906  
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [upt.perpusummat@gmail.com](mailto:upt.perpusummat@gmail.com)

### SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : YUSRAN INDRAFANDI  
NIM : 416110136P  
Tempat/Tgl Lahir : GONDANG, 28-06-1991  
Program Studi : TEKNIK SIPIL  
Fakultas : TEKNIK  
No. Hp/Email : 085339092222 / [yurranindrafandi@gmail.com](mailto:yurranindrafandi@gmail.com)  
Judul Penelitian :-

*ANALISA STRUKTUR PADA BANGUNAN SEKOLAH PANGGUNG PONPES  
ASSYAFI'YAH LOMBOK UTARA TERHADAP GAYA GEMPA*

*Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 50%*

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari karya ilmiah dari hasil penelitian tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya **bersedia menerima sanksi** sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikain surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 1 SEPTEMBER 2021

Penulis



YUSRAN INDRAFANDI  
NIM. 416110136P

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos, M.A.  
NIDN. 0802048904



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

## UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlun No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat

Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906

Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [upt.perpusummat@gmail.com](mailto:upt.perpusummat@gmail.com)

### SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : YUSRAN INDRAFANDI

NIM : 416110136P

Tempat/Tgl Lahir : GONDANG, 28-06-1991

Program Studi : TEKNIK SIPIL

Fakultas : TEKNIK

No. Hp/Email : 085339092222 / yusranindrafandi7@gmail.com

Jenis Penelitian :  Skripsi  KTI

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

ANALISA STRUKTUR PADA BANGUNAN SEKOLAH PAHOHUNG PONPER  
ASSYAFI'YAH LOMBOK UTARA TERHADAP GAYA SEMPA

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 1 SEPTEMBER 2021

Penulis



YUSRAN INDRAFANDI

NIM. 416110136P

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



## **PERSEMBAHAN**

Untuk Emak dan Bapak yang lebih dari satu dasawarsa menunggu anaknya  
wisuda

### **MOTTO**

Demi Emak dan Bapak, demi istriku dan demi anakku yang belum dilahirkan..  
-Yusran Indrafandi-

Sungguh, bersama kesulitan ada kemudahan..  
(Al-Insyrah: 6)

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Skripsi yang berjudul “*Analisa Struktur pada Bangunan Sekolah Panggung Ponpes Assyafî'iyah Lombok Utara Terhadap Gaya Gempa*” ini dengan baik.

Skripsi ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi siapa saja yang akan mengambil judul yang berkaitan dengan analisa ini. Skripsi ini juga merupakan salah satu persyaratan kelulusan guna mencapai gelar serjana di Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram. Tak lupa ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Dr. H. Arsyad Abdul Gani, M.Pd, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram
2. Dr.Eng. M. Islamy Rusyida, ST., MT, selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram sekaligus selaku dosen pembimbing akademik penulis, terimakasih telah menjadi pembimbing penulis selama ini
3. Agustini Ernawati, ST., M.Tech, selaku ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram
4. Ir. Agus Partono, MT, selaku pembimbing I, terimakasih telah membagi pengalamannya, insyaallah akan sangat berguna untuk bekal penulis
5. Maya Saridewi Pascanawaty, ST., MT, selaku pembimbing II, terimakasih telah sabar mengarahkan dan membimbing penulis.
6. Ocy, Farhan, Oliv, Mardi, Syfa dan semua pihak yang membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini yang namanya tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, sekali lagi terimakasih untuk semuanya.

Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran maupun keritik yang membangun demi kesempurnaan Skripsi ini. Akhir kata penulis sampaikan semoga skripsi ini bermanfaat.

Mataram, 14 Agustus 2021

Penulis,

**Yusran Indrafandi**  
**NIM : 416110136P**

## ABSTRAK

Sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah memiliki aspek arsitektur simetris, dan pola bangunan yang kongruen, dibangun dengan menjalin satu bagian dengan bagian lainnya. Sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah memiliki prinsip - prinsip bangunan yang tahan terhadap gempa bumi. Sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah secara teoritis memenuhi prinsip-prinsip bangunan tahan gempa, tetapi untuk analitis belum dilakukan secara rinci.

Hal yang perlu dilakukan secara analitis yaitu mencari nilai periode getar, gaya nominal dan gaya ultimate yang terjadi akibat gempa bumi. Analisa ketahanan Sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah terhadap gaya gempa dilakukan menggunakan software SAP2000.

Dari hasil perhitungan dan Analisa SAP2000 didapat periode getar sebesar 0.837 detik. Gaya geser nominal untuk kolom bawah sebesar 30.323 KN, kolom atas sebesar 7.581 KN, balok bawah sebesar 15.161 KN, balok atas sebesar 8.528 KN, atap sebesar 8.528 KN. Gaya geser ultimate untuk kolom bawah sebesar 15.695 KN, kolom atas sebesar 1.791 KN, balok bawah sebesar 7.529KN, balok atas sebesar 1.375 KN, atap sebesar 7.200 KN yang terjadi akibat gempa.

**Kata kunci :** *Sekolah panggung, periode getar, gaya nominal, gaya ultimate*



## ABSTRACT

The symmetrical architectural aspect and congruent building pattern of the Assyafi'iyah Islamic Boarding School stage school are built by interweaving one portion with another. The Assyafi'iyah Islamic Boarding School stage school was built using earthquake-resistant building concepts. Although the Assyafi'iyah Islamic Boarding School stage school technically complies with earthquake-resistant building standards, an in-depth investigation has not been conducted.

The value of the vibration period, nominal force, and ultimate force that occurs owing to earthquake forces must be determined analytically. The SAP 2000 software was used to assess the durability of the Assyafi'iyah Islamic Boarding School stage school to seismic effects. The vibration period is 0.837 seconds, according to SAP 2000 calculations and analysis. The nominal shear force for the lower column is 30,323 KN, the top column is 7,581 KN, the bottom beam is 15,161 KN, the top beam is 8,528 KN and the roof is 8,528 KN. The ultimate shear force for the lower column is 15,695 KN, the top column is 1,791 KN, the bottom beam is 7,529 KN, the top beam is 1,375 KN and the roof is 7,200 KN due to earthquake forces.

**Keywords:** Stage School, vibration period, nominal style, ultimate style



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Pembatasan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Pengertian Kayu .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1 Sifat mekanik kayu.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2 Kelas awet .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Konstruksi Tahan Gempa .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.1 Pengertian bangunan tahan gempa.....</b>	<b>5</b>

2.2.2 Prinsip-prinsip utama konstruksi tahan gempa .....	6
<b>2.3 Analisa Dinamik .....</b>	<b>12</b>
2.3.1 Kekakuan struktur .....	12
2.3.2 Durasi, kecepatan, perpindahan .....	13
2.3.3 Damping .....	14
<b>2.4 Beban Dinamik Gempa.....</b>	<b>14</b>
<b>2.5 Peraturan Pembebanan Gempa SNI-1726-2019 .....</b>	<b>15</b>
2.5.1 Gempa rencana dan faktor keutamaan .....	16
2.5.2 Klasifikasi situs dan perimeter .....	19
2.5.3 Parameter percepatan gempa.....	21
2.5.4 Parameter percepatan spektrum desain .....	23
<b>2.6 Peraturan Pembebanan Berdasarkan SNI-1727-2013.....</b>	<b>24</b>
2.6.1 Beban hidup .....	24
2.6.2 Beban mati.....	29
<b>2.7 Nilai Desain Acuan Kayu .....</b>	<b>30</b>
2.7.1 Koreksi pada nilai desain acuan .....	31
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 Pendahuluan .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 Deskripsi Struktur.....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 Diagram Penelitian.....</b>	<b>34</b>
<b>3.4 Studi Literatur.....</b>	<b>36</b>
<b>3.5 <i>Mechanical Properties Kayu .....</i></b>	<b>36</b>
<b>3.6 Pemodelan Struktur .....</b>	<b>38</b>
3.6.1 Bentuk struktur.....	38
3.6.2 Gambar tiga dimensi pada Sketchup.....	38

3.6.3 Modifikasi gambar pada Autocad .....	39
3.6.4 Import model pada SAP2000 dari Autocad .....	39
<b>3.7 Material Kayu.....</b>	<b>40</b>
<b>3.8 Pembebatan.....</b>	<b>40</b>
3.8.1 Beban mati.....	41
3.8.2 Beban hidup.....	41
3.8.3 Beban gempa .....	41
3.8.4 Kombinasi pembebatan .....	45
<b>3.9 Pembebatan Pada SAP2000 .....</b>	<b>45</b>
3.9.1 Langkah-langkah analisis pada SAP2000 .....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1 Pemodelan .....</b>	<b>57</b>
<b>4.2 Periode Waktu Getar .....</b>	<b>60</b>
<b>4.3 Kekuatan Penampang .....</b>	<b>61</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>63</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>63</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>63</b>

## **DAFTAR PUSTAKA**

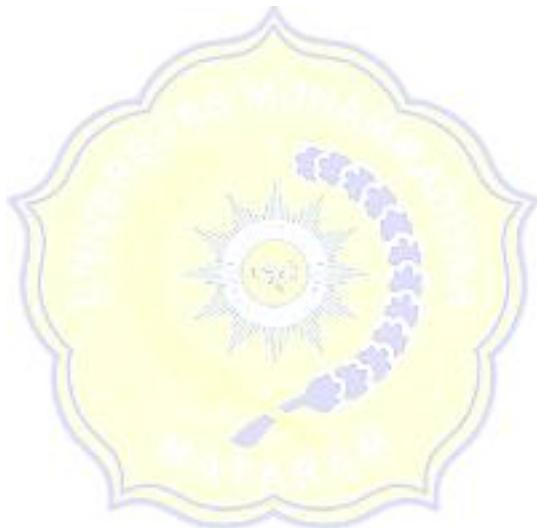
## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kelas Kekuatan Kayu .....	4
Tabel 2.2 Kelas Awet Kayu .....	5
Tabel 2.3 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan non gedung untuk Gaya Gempa.....	17
Tabel 2.4 Faktor Keutamaan Gempa .....	19
Tabel 2.5 Klasifikasi Situs .....	19
Tabel 2.6 Koefisien situs, $F_a$ .....	22
Tabel 2.7 Koefisien situs, $F_v$ .....	22
Tabel 2.8 Beban hidup pada lantai gedung .....	25
Tabel 2.9 Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung.....	29
Tabel 2.10 Nilai desain acuan kayu .....	30
Tabel 2.11 Keberlakuan faktor-faktor koreksi untuk kayu gergajian.....	31
Tabel 4.1 Material yang digunakan.....	58
Tabel 4.2 Nilai desain dan modulus elastisitas lentur acuan .....	58
Tabel 4.3 Faktor koreksi nilai desain acuan.....	59
Tabel 4.4 Dimensi rencana.....	59
Tabel 4.5 Periode waktu getar <i>Ponpes Assyafi'iyah</i> .....	60
Tabel 4.6 Pembebanan tekan dan tarik struktur <i>Ponpes Assyafi'iyah</i> .....	61
Tabel 4.7 Momen dan gaya geser struktur <i>Ponpes Assyafi'iyah</i> .....	62

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Alur Pemisah pada bangunan .....	6
Gambar 2.2 Sketsa denah bangunan .....	7
Gambar 2.3 Contoh Penerapan Atap Bangunan .....	7
Gambar 2.4 Contoh Pondasi .....	8
Gambar 2.5 Pondasi umpak .....	9
Gambar 2.6 Pondasi umpak tiang kayu .....	10
Gambar 2.7 Contoh Pondasi Setempat Beton Bertulang .....	11
Gambar 2.8 Kekakuan balok pada perletakan.....	13
Gambar 2.9 Peta gempa periode pendek (SS) .....	15
Gambar 2.10 Peta gempa periode 1 detik (S1).....	16
Gambar 2.11 Contoh gambar respon spektrum .....	24
Gambar 3.1 Ponpes Assyafi'iyah, Kec. Pemenamg, Lombok Utara .....	33
Gambar 3.2 Peta lokasi Ponpes Assyafi'iyah, Kec. Pemenamg Lombok Utara..	34
Gambar 3.3 Diagram Alir Analisis .....	35
Gambar 3.4 (a) Atap, (b) Lantai, dinding, kusen pintu dan jendela, (c) Pondasi, kolom, balok dan tangga .....	37
Gambar 3.5 Pemodelan 3D Sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah pada Sketchup .....	38
Gambar 3.6 Struktur tiga dimensi pada Autocad .....	39
Gambar 3.7 Hasil import SAP2000 dari Autocad.....	40
Gambar 3.8 Grafik Respons Spektrum Tanah Sedang Lokasi Sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah Pemenang.....	42
Gambar 3.9 Tampilan Awal <i>webside</i> , <i>rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/</i> .....	43
Gambar 3.10 Tampilan Google Maps saat pencarian koordinat Ponpes Assyafi'iyah.....	43
Gambar 3.11 Tampilan <i>webside</i> , <i>rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/</i> Setelah Input Koordinat Lintang Dan Bujur.....	44
Gambar 3.12 Tampilan Define Materials pada SAP2000.....	46

Gambar 3.13 Tampilan Material Property data pada SAP2000.....	47
Gambar 3.14 Tampilan Frame Properties pada SAP2000 .....	48
Gambar 3.15 Tampilan Add Frame Section Property pada SAP2000.....	49
Gambar 3.16 Data material kayu diinput pada SAP2000 .....	50
Gambar 3.17 Tamilan Define Response Spectrum Functions pada SAP2000 .....	51
Gambar 3.18 Tamilan Response Spectrum Functions Definition pada SAP2000	52
Gambar 3.19 Nilai Respon Spektrum rencana pada SAP2000.....	53
Gambar 3.20 <i>Load Cases</i> pada SAP2000 .....	54
Gambar 3.21 <i>Load Cases Data-Response Spectrum</i> pada SAP2000.....	55
Gambar 3.22 <i>Run Analisys</i> pada SAP2000.....	56
Gambar 4.1 Pemodelan Ponpes Assyafi'iyah .....	57



## DAFTAR NOTASI

A	= luas penampang	(m <sup>2</sup> )
DFBK = Desain Faktor Beban Ketahanan		
DTI	= Desain Tegangan Ijin	
E	= modulus elastisitas	(kN/m <sup>2</sup> )
F <sub>b'</sub>	= Kuat lentur acuan koreksi	(kN)
F <sub>br</sub>	= luas penampang bruto	(m <sup>2</sup> )
F <sub>c*</sub>	= nilai kuat tekan acuan dikalikan dengan semua faktor kecuali CP	
F <sub>t'</sub>	= kuat tarik acuan koreksi	(kN)
F <sub>v'</sub>	= kuat geser acuan koreksi	(kN)
I	= momen inersia	(m <sup>4</sup> )
l	= panjang bentang	(m)
M	= Momen <i>ultimate</i>	(kNm)
M'	= Momen nominal	(kNm)
P	= gaya tekan <i>ultimate</i>	(kNm)
P'	= gaya tekan nominal	(kNm)
PGA	= Peak Ground Acceleration / percepatan tanah maksimum	
S	= Modulus penampang	(m <sup>3</sup> )
S <sub>DS</sub>	= parameter respon spectrum percepatan desain pada periode pendek	
S <sub>DI</sub>	= parameter respon spectrum percepatan desain pada periode 1 detik	
S <sub>s</sub>	= parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode pendek	
S <sub>I</sub>	= parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode 1 detik	
T	= gaya tarik <i>ultimate</i>	(kNm)
T'	= gaya tarik nominal	(kNm)
T	= periode getaran fundamental struktur	
T <sub>0</sub>	= Getaran fundamental struktur pada periode pendek	
T <sub>s</sub>	= Getaran fundamental struktur pada periode 1 detik	
V	= gaya geser <i>ultimate</i>	(kNm)
V'	= gaya geser nominal	(kNm)
W	= beban merata	(kN/m)
Δ	= lendutan	(m)
ω	= faktor tekuk	
σ <sub>tk//</sub>	= tegangan tekan ijin	(kN/m <sup>2</sup> )

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Negara Indonesia termasuk dalam jalur cincin api kawasan Fasifik dan menjadi pusat pertemuan lempeng bumi diantaranya lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, dan lempeng Pasifik sehingga rawan terhadap gempa. Hal yang dapat memicu terjadinya gempa bumi diantaranya pergeseran lempeng bumi dan aktivitas gunung berapi.

Misalnya gunung berapi seperti gunung Rinjani yang terletak di Lombok, masih terekam dalam ingatan Lombok diguncang gempa pada hari minggu, tanggal 5 Agustus 2018, dengan kekuatan mencapai 7,0 Skala Richter (SR). Banyak bangunan yang runtuh akibat gempa. Untuk itulah perlu dilakukan analisa struktur kayu pada bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah Lombok Utara terhadap gaya gempa.

Analisa struktur kayu pada bangunan sekolah Ponpes Assyafi'iyah perlu dilakukan terutama kekuatan penampang struktur kayu dengan menghitung gaya nominal yang mengacu standar SNI-7973-2013, untuk *gaya ultimate* diperoleh dari hasil analisa SAP2000v14

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang, yaitu apakah konstruksi bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah bisa dikategorikan sebagai konstruksi tahan gempa berdasarkan kekuatan penampang dengan melakukan perhitungan gaya nominal dan analisa *gaya ultimate*.

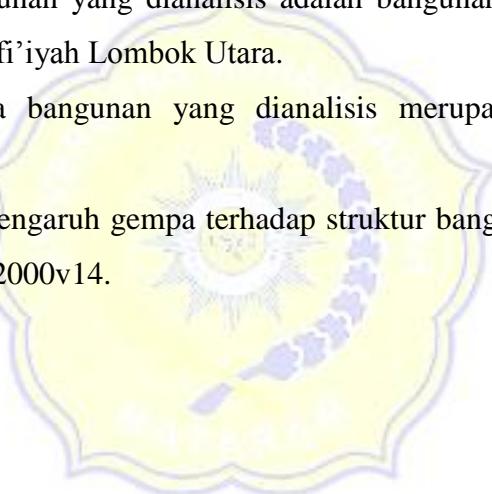
### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian bertujuan untuk mengtahui apakah konstruksi bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah bisa dikategorikan sebagai konstruksi tahan gempa berdasarkan kekuatan penampang dengan melakukan perhitungan gaya nominal dan analisa *gaya ultimate*.

### **1.4 Pembatasan Masalah**

Adapun batasan masalah untuk membatasi dan memperjelas ruang lingkup yang dibahas dalam tugas akhir ini meliputi :

- a. Struktur bangunan yang dianalisis adalah bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah Lombok Utara.
- b. Material pada bangunan yang dianalisis merupakan material kayu struktural
- c. Perhitungan pengaruh gempa terhadap struktur bangunan menggunakan program SAP2000v14.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengertian Kayu**

Kayu adalah tumbuh-tumbuhan di alam, termasuk vegetasi hutan yang kita gunakan sebagai bahan. Tumbuhan yang dimaksudkan ialah pohon (Moeljono 1974). Kayu diperoleh dari sumber kekayaan alam yang merupakan hasil hutan, dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi dimana kayu merupakan bahan mentah yang mudah diproses, atau pengertian lainnya suatu bagian dari pohon tersebut diperoleh dari hasil pemungutan pohon dihutan, setelah diperhitungkan bagian mana yang lebih banyak dapat dimanfaatkan untuk sesuatu sesuai tujuan penggunaannya (Dumanauw, 1990). Kayu juga didefinisikan sebagai satu bahan konstruksi yang didapat dari tumbuhan dengan atau tanpa pengolahan lebih lanjut pun kayu dapat langsung digunakan. Salah satu keunggulan kayu adalah sebagai bahan bangunan misalnya untuk kuda-kuda, kusen, balok dan sebagainya (Frick, 1982).

##### **2.1.1 Sifat mekanik kayu**

Sebagai bahan struktur kayu mempunyai berbagai kekuatan dan ketahanan terhadap perubahan bentuk. Ketahanan dan kekuatan tersebut disebut sifat mekanik kayu (Haygreen and Bowyer, 1993). Terkait dengan kekuatan kayu, sifat-sifat mekanik kayu yang penting diketahui yaitu :

- a. Kekuatan lengkung (MOR) yang digunakan untuk menentukan beban yang dapat dipikul suatu gelagar.
- b. Kekuatan tekan sejajar serat yang digunakan untuk menentukan beban yang dapat dipikul suatu tiang atau pancang yang pendek.
- c. Tekanan tegak lurus serat, penting untuk siku bawah (busur) pada penopang kayu dan dalam rancangan sambungan antara siku-siku bangunan.

- d. Kekuatan tarik sejajar serat, yang digunakan untuk menentukan kapasitas beban yang dapat dipikul oleh gelagar pendek.
- e. Modulus elastisitas, ukuran ketahanan terhadap pembengkokan, yaitu berhubungan langsung dengan kekuatan gelagar juga suatu faktor untuk kekuatan tiang yang panjang.
- f. Modulus Elastis (MOE) sejajar serat (*Modulus Young*), ukuran ketahanan terhadap pemanjangan atau pemendekan suatu contoh uji di bawah tarikan atau tekanan.

Kekuatan kayu berdasarkan mutunya dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Kelas Kekuatan Kayu

Kelas Kuat Kayu	Berat Jenis Kering Udara	Kukuh Lentur Mutlak (kg/cm <sup>2</sup> )	Kukuh Tekan Mutlak (kg/cm <sup>2</sup> )
I	$\geq 0,90$	$\geq 1100$	$\geq 650$
II	0,90 – 0,60	1100–725	650 – 425
III	0,60 – 0,40	725 – 500	425 – 300
IV	0,40 – 0,30	500 – 360	300 – 215
V	$\leq 0,30$	$\leq 360$	$\leq 215$

Sumber : PKKI 1961

### 2.1.2 Kelas awet

Berdasarkan perlakuan, kondisinya dan pemakaianya, kayu dibedakan berdasarkan perlakuan meliputi pelapisan atau tindakan lain agar kayu terlindungi dari kadar air dan ancaman serangga. Kondisi kayu yang dimaksud yaitu lingkungan atau tempat kayu digunakan sebagai batang struktur. Kayu berdasarkan pemakaianya digolongkan menjadi kelas awet I untuk kayu yang paling awet sampai kelas awet V untuk kayu yang paling tidak awet. Kelas awet kayu dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Kelas Awet Kayu

Kondisi Konstruksi	Kelas awet / Umur Konstruksi				
	I	III	III	IV	V
1. berhubungan dengan tanah lembab	8	5	3	Pendek	Pendek
2. Terbuka namun terlindung dari Matahari dan hujan	20	15	10	Pendek	Pendek
3. Terlindung dari udara bebas tapi tak dicoating	Tak terbatas	Tak terbatas	Cukup Lama	Pendek	Pendek
4. Terlindung dari udara bebas dicoating	Tak terbatas	Tak terbatas	Tak terbatas	20 tahun	20 tahun

Sumber : PKKI 1961

## 2.2 Konstruksi Tahan Gempa

### 2.2.1 Pengertian bangunan tahan gempa

Pengertian bangunan tahan gempa (Teddy, 2009) adalah :

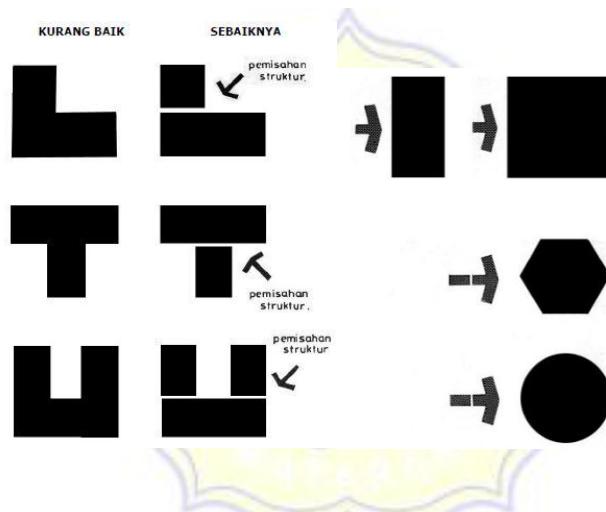
- Bangunan tidak boleh mengalami kerusakan baik pada komponen non-struktural maupun pada komponen strukturalnya bila terjadi gempa ringan.
- Bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non-strukturalnya akan tetapi komponen struktural tidak boleh rusak bila terjadi gempa sedang.
- Bangunan boleh mengalami kerusakan baik pada komponen non-struktural maupun komponen strukturalnya, akantetapi jiwa penghuni bangunan tetap selamat, artinya sebelum bangunan runtuh masih cukup waktu bagi penghuni bangunan untuk keluar bila terjadi gempa besar.

## 2.2.2 Prinsip-prinsip utama konstruksi tahan gempa

Mengacu pada SNI 1726-2019, konstruksi tahan gempa memiliki prinsip utama meliputi:

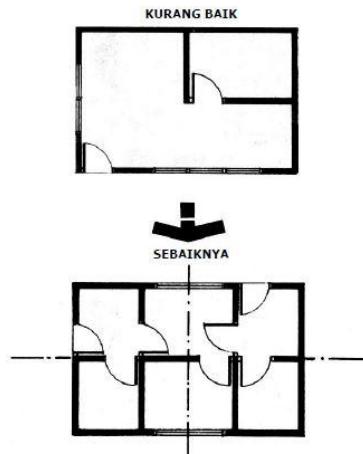
- a. Denah yang simetris dan sederhana

Pentingnya elemen-elemen struktur penahan gaya horisontal yang simetris dan denah yang sederhana. Struktur seperti ini dapat mengurangi efek torsi sehingga menahan gaya gempa lebih baik dan kekuatannya lebih merata. Adapun Gambar alur pemisahan pada bangunan dan Gambar sketsa denah bangunan yang sederhanana dan simetris dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2



Gambar 2.1 Alur Pemisah pada bangunan

Sumber: Ditjen Cipta Karya PU, 1993, Pedoman Pembangunan Bangunan Tahan Gempa



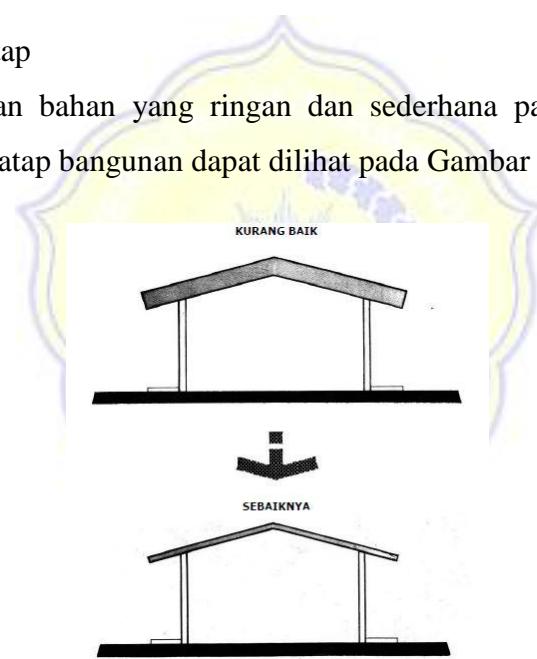
Gambar 2.2 Sketsa denah bangunan

Sumber: Ditjen Cipta Karya PU, 1993, Pedoman Pembangunan Bangunan Tahan Gempa

### b. Konstruksi atap

Penggunaan bahan yang ringan dan sederhana pada konstruksi atap.

Contoh penerapan atap bangunan dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Contoh Penerapan Atap Bangunan

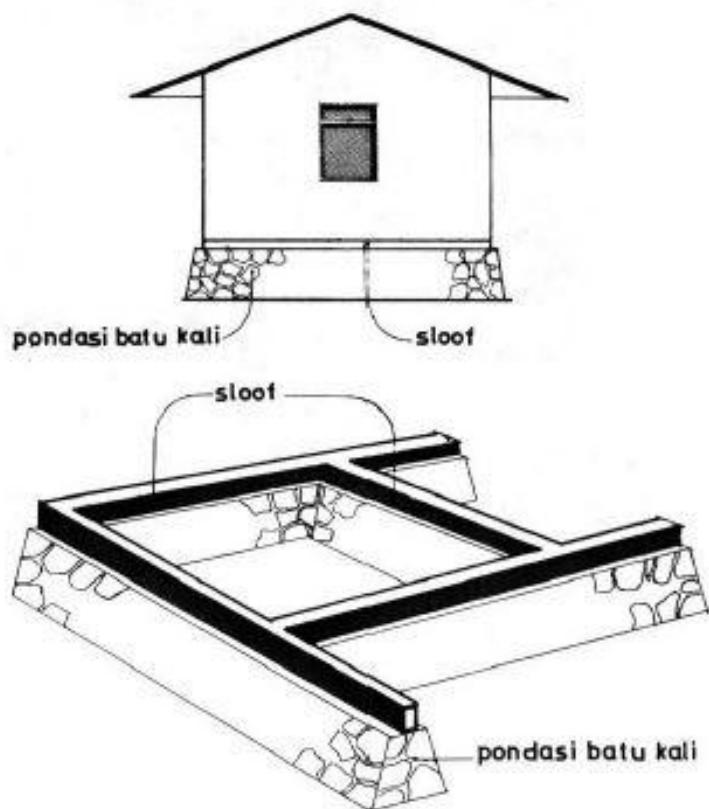
Sumber: Ditjen Cipta Karya PU, 1993, Pedoman Pembangunan Bangunan Tahan Gempa

### c. Sistem konstruksi yang memadai

Perlu sistem konstruksi yang memadai supaya bangunan dapat menahan gempa, gaya inersia gempa yang harus dapat disalurkan ke tiap-tiap elemen struktur kepada struktur utama yang kemudian didistribusikan ke pondasi kemudian ke tanah.

#### d. Pondasi

Tanah kering, padat, dan merata kekerasannya disarankan untuk menjadi tanah dasar pondasi. Dasar pondasi sebaiknya lebih dalam dari 45 cm. Pondasi sebaiknya dibuat menerus keliling bangunan tanpa terputus. Pondasi dinding penyekat juga dibuat menerus. Perlu dipasang balok pengikat/sloof sepanjang pondasi tersebut apabila pondasi terdiri dari batu kali. Contoh pada Gambar 2.4



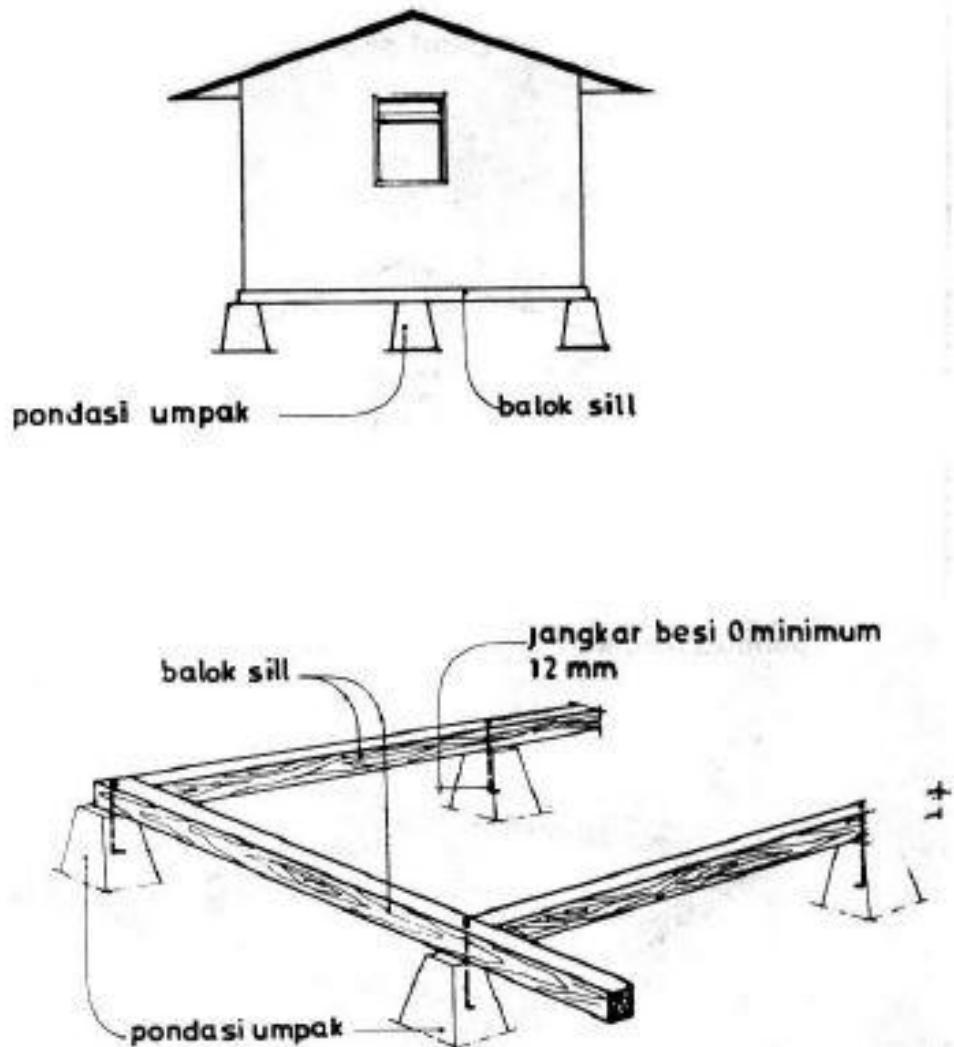
Gambar 2.4 Contoh Pondasi

Sumber: Ditjen Cipta Karya PU, 1993, Pedoman Pembangunan Bangunan Tahan Gempa

Macam-macam pondasi:

a. Pondasi Umpak

Pondasi umpak dapat dilihat pada Gambar 2.5

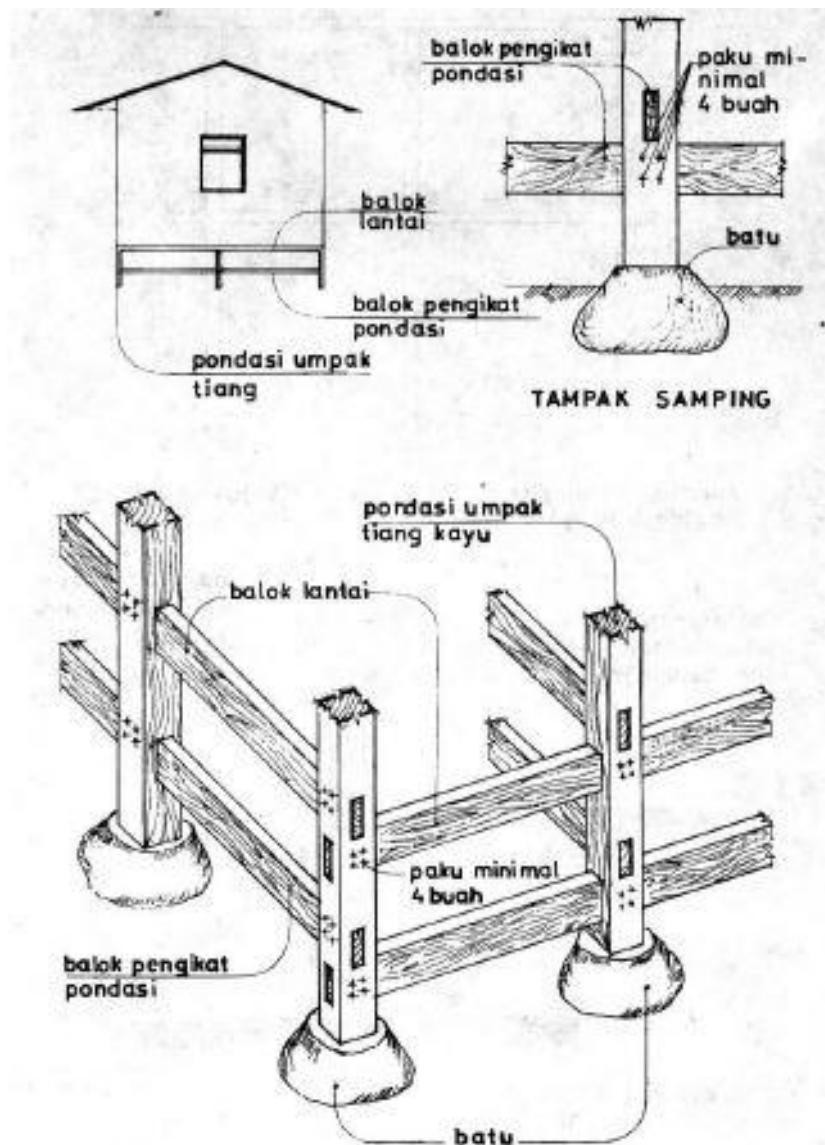


Gambar 2.5 Pondasi umpak

Sumber: Ditjen Cipta Karya PU, 1993, Pedoman Pembangunan Bangunan Tahan Gempa

b. Pondasi Umpak Tiang Kayu

Pada Gambar 2.6 dapat dilihat pondasi umpak tiang kayu

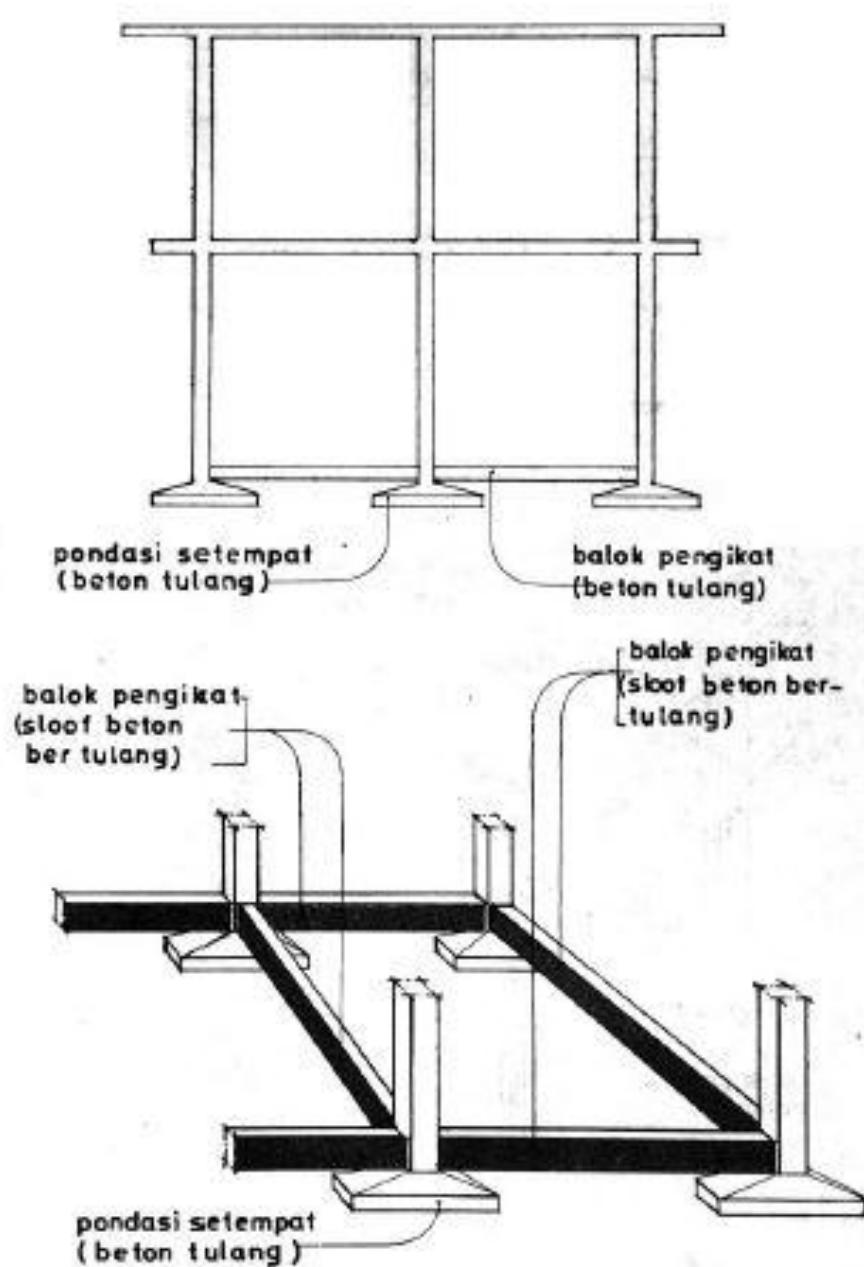


Gambar 2.6 Pondasi umpak tiang kayu

Sumber: Ditjen Cipta Karya PU, 1993, Pedoman Pembangunan Bangunan Tahan Gempa

### c. Pondasi Setempat Beton Bertulang

Pondasi setempat beton bertulang dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Contoh Pondasi Setempat Beton Bertulang

Sumber: Ditjen Cipta Karya PU, 1993, Pedoman Pembangunan Bangunan Tahan Gempa

## 2.3 Analisis Dinamik

Analisis dinamik adalah analisis pembebanan dinamik yang diberikan kepada struktur dan analisis respon struktur ketika menerima beban dinamik. (Hutabalian, 2018)

Untuk mengevaluasi struktur terhadap beban dinamik umumnya dapat digunakan dua pendekatan berbeda, yaitu pendekatan deterministic dan non-deterministik. (Hutabalian, 2018)

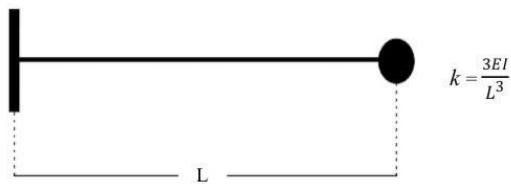
Pembebanan disebut pembebanan dinamik acak (*non-deterministic*). maka analisa deterministic dengan riwayat pembebanan yang sudah ditentukan menghasilkan riwayat waktu perpindahan yang sesuai; aspek lain respon struktur deterministic biasanya diperoleh sebagai tahap analisis sekunder. (Hutabalian, 2018)

### 2.3.1 Kekakuan struktur

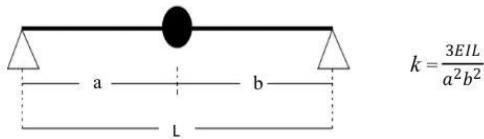
Apabila suatu struktur diberi gaya kemudian sistem strukturnya memiliki kemampuan untuk menyimpan gaya-gaya tersebut, maka itulah yang disebut kekakuan struktur. (Hutabalian, 2018).

Kekakuan balok pada perletakan dapat dilihat pada Gambar 2.8

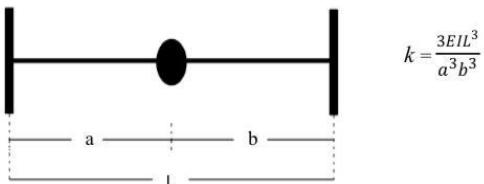
a. Jepit Bebas



b. Sendi – sendi



c. Jepit – Sendi



Gambar 2.8 Kekakuan balok pada perletakan  
Sumber: Hutabalian, 2018

### 2.3.2 Durasi, kecepatan, perpindahan

Percepatan suatu gempa merupakan faktor terbesar untuk menentukan besaran gaya yang terjadi pada gedung, tetapi hal yang paling menakutkan adalah jika terjadi percepatan gempa dengan durasi yang cukup lama sehingga mengakibatkan lamanya gaya yang bekerja pada struktur akibat gempa akan meningkat.

Kecepatan dari suatu gedung diartikan sebagai kecepatan suatu titik pada gedung untuk melakukan perpindahan Displacement diartikan sebagai besarnya perpindahan pada suatu titik pada suatu gedung akibat gempa. (Hutabalian, 2018).

### 2.3.3 Damping

Jika suatu bangunan didesain tahan terhadap getaran akibat gempa, maka perlu menentukan nilai dampingnya. Damping adalah pembesaran nilai getaran yang dialami struktur. Nilai suatu damping berkisar 3%-10%, nilai damping yang besar biasanya digunakan untuk gedung gedung lama (perkantoran, bangunan pemerintahan) yang biasanya elemen struktur terbuat dari baja dengan partisi ruangan yang banyak. Nilai damping yang kecil biasanya digunakan untuk gedung gedung baru (modern) dengan eksterior dari kaca yang memiliki partisi ruangan yang sedikit. Pemilihan nilai damping pada suatu konstruksi bisa saja digunakan 0% untuk struktur sederhana seperti tower, balok kantilever. (Hutabalian, 2018).

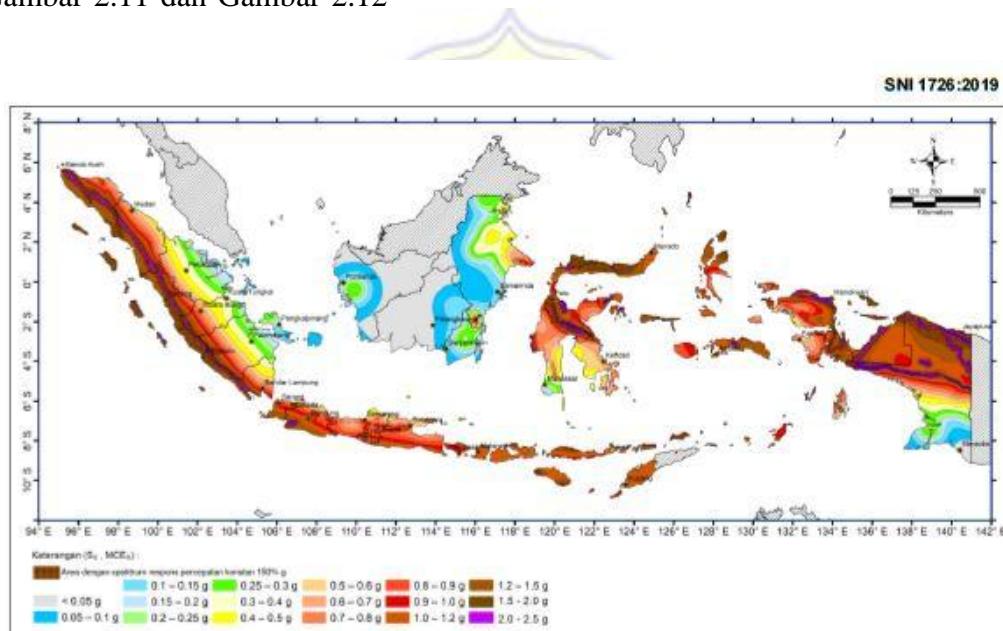
## 2.4 Beban Dinamik Gempa

Pada suatu struktur ada beban luar yang bekerja yang disebabkan oleh pergerakan tanah yang arahnya tegak lurus yang diakibatkan oleh gempa bumi disebut beban dinamik gempa, ada beberapa metode analisa yang dapat digunakan, diantaranya metode riwayat waktu (*time history*) metode statik ekivalen dan metode respon spektrum (Hutabalian, 2018).

## 2.5 Peraturan Pembebaan Gempa SNI - 1726 - 2019

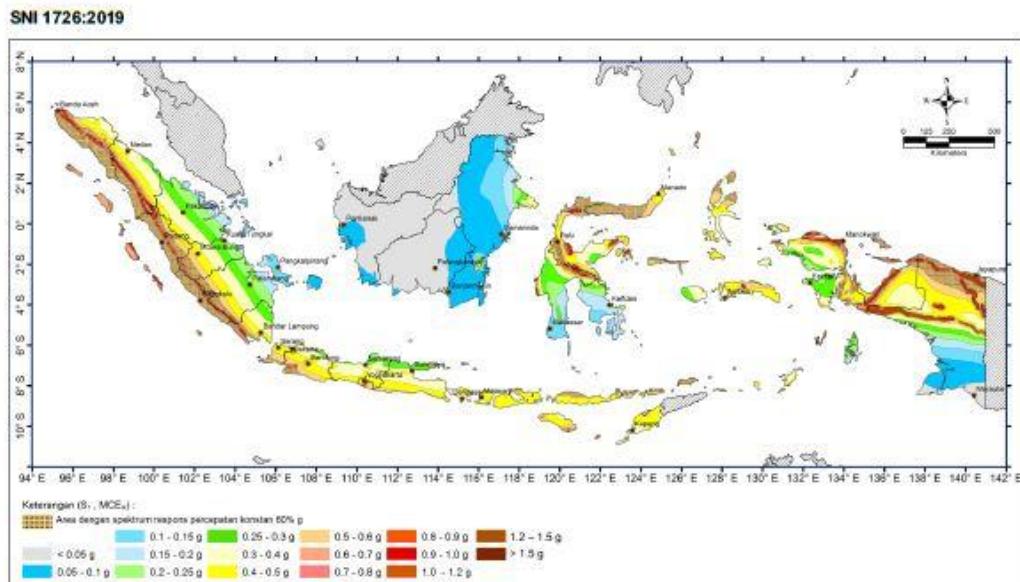
Aspek kegempaan perencanaan suatu konstruksi gedung harus diperhatikan, terutama daerah dengan zona gempa yang tinggi seperti Indonesia. Peraturan yang berlaku saat ini di Indonesia untuk menganalisis aspek kegempaan adalah SNI-1726-2019.

Desain respon spectrum rencana yang digunakan adalah respon spectrum kabupaten lombok utara dengan posisi garis bujur: 116.0869505 dan lintang: -8.4315226, kelas situs rencana adalah kelas SD (Tanah sedang). Peta gempa periode pendek (SS) dan peta gempa periode 1 detik (SI) dapat dilihat pada Gambar 2.11 dan Gambar 2.12



Gambar 2.9 Peta gempa periode pendek (SS)

Sumber: SNI-1726-2019



Gambar 2.10 Peta gempa periode 1 detik (SI)  
Sumber: SNI 1726-2019

### 2.5.1 Gempa rencana dan faktor keutamaan

Tata cara untuk menentukan gempa rencana dan faktor keutamaan gempa dalam perencanaan serta evaluasi struktur gedung dan non gedung untuk menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau. Dengan kemungkinan terlewati selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 % gempa rencana ditetapkan sebagai gempa. Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk gaya gempa dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan non gedung untuk Gaya Gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada-saat-terjadi-kegagalan,-termasuk,-tapi-tidak-dibatasi,-antara-lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan dan perikanan</li> <li>Fasilitas sementara</li> <li>Gudang penyimpanan</li> <li>Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,II,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Perumahan</li> <li>Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>Pasar</li> <li>Gedung perkantoran</li> <li>Gedung apartemen/rumah susun</li> <li>Pusat perbelanjaan/mall</li> <li>Bangunan Industri</li> <li>Fasilitas manufaktur</li> <li>Pabrik</li> </ul>	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bioskop</li> <li>Gedung pertemuan</li> <li>Stadion</li> <li>Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>Fasilitas penitipan anak</li> <li>Penjara</li> <li>Bangunan untuk orang jompo</li> </ul>	III

Sumber: SNI-1726-2019

Lanjutan Tabel 2.3 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan non gedung untuk Gaya Gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>Fasilitas penanganan air</li> <li>Fasilitas penanganan limbah</li> <li>Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III
<p>Gedung dan non gedung yang ditujukan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bangunan-bangunan monumental</li> <li>Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat.</li> <li>Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya.</li> <li>Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat.</li> <li>Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat.</li> <li>Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur satsiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroprasi pada saat keadaan darurat.</li> <li>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk kedalam kategori risiko IV.</li> </ul>	IV

Sumber: SNI 03 – 1726-2019

Sesuai Tabel 2.4 pengaruh gempa rencana harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan  $I_e$  untuk berbagai kategori risiko bangunan gedung dan non gedung, struktur bangunan yang bersebelahan harus didesain sesuai dengan kategori risiko IV bila dibutuhkan pintu masuk operasional dari struktur bangunan yang bersebelahan. Faktor Keutamaan Gempa dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa $I_e$
I atau II	1.0
III	1.25
IV	1.50

Sumber: SNI 03-1726-2019

### 2.5.2 Klasifikasi situs dan perimeter

Klasifikasi suatu situs dilakukan untuk memberikan kriteria seismik berupa faktor amplifikasi pada bangunan. Klasifikasi Situs dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Klasifikasi Situs

Kelas situs	vs(m/detik)	N atau $N_{ch}$	Su (kPa)
SA (Batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (Batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (Tanah keras sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SD (Tanah Sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100

Sumber: SNI 03-1726-2019

### Lanjutan Tabel 2.5 Klasifikasi Situs

Kelas situs	Vs(m/detik)	N atau N <sub>ch</sub>	Su (kPa)
SE (Tanah Lunak)	<175	<15	<50
Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3m tanah dengan karakteristik sebagai berikut:			
1. Indeks plastisitas PI>20.			
2. Kadar air wS≥40%.			
3. Kuat-geser niralir su<25kPa			
SF (tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifikasi dan analisis respons spesifik situs yang mengikuti)	<p>Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut:</p> <p>Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa Seperti mudah likuifasi, lempeng sangat-sensitif, tanah tersementasi lemah</p> <p>Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan H&gt;3m)</p> <p>Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan H&gt;7.5m dengan Indeks Plastisitas PI&gt;75)</p> <p>Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan H&gt;35m dengan su&lt;50 kPa</p>		

Sumber: SNI 03-1726-2019

Tabel 2.5 memuat klasifikasi situs tanah yang diperlukan dalam perumusan kriteria seismic suatu bangunan. Nilai  $\bar{V}_s$  harus ditentukan sesuai dengan persamaan 2.1 dan 2.2

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{V_{si}}} \quad (2.1)$$

$$\sum_{i=1}^n d_i = 30 \text{ m} \quad (2.2)$$

Dengan :

$d_i$  = tebal setiap lapisan antara kedalaman 0 sampai 30 m

$v_{si}$  = kecepatan gelombang geser lapisan  $i$  dinyatakan dalam meter per detik (m/detik)

Nilai  $\bar{N}$  dan  $\overline{N_{ch}}$  harus ditentukan sesuai dengan perumusan 2.3 dan 2.4 berikut:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n Ni} \quad (2.3)$$

Di mana  $N_i$  dan  $di$  dalam persamaan (2.3) berlaku untuk tanah non-kohesif, tanah kohesif, dan lapisan batuan.

$$\overline{N_{ch}} = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n Ni} \quad (2.4)$$

Dimana  $N_i$  dan  $di$  dalam persamaan (2.4) berlaku untuk tanah non-kohesif saja, dan  $\sum_{i=1}^m di = d_s \sum_{j=1}^m d_j = d_s$  dimana  $d_s$  adalah ketebalan total dari lapisan-tanah non-kohesif didalam 30m lapisan-paling-atas  $N_i$  adalah tahanan penetrasi standar 60% energi ( $N_{60}$ ) yang terukur langsung dilapangan tanpa koreksi dengan nilai tidak lebih dari 305-pukulan/m jika ditemukan perlawan lapisan batuan, maka  $N_i$  tidak boleh diambil dari 305 pukulan/m.

### 2.5.3 Parameter percepatan gempa

Dari respon spectrum percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik yang tertera dalam SNI 03- 1726-2019 dengan kemungkinan 2 persen terlampaui dalam 50 tahun, parameter percepatan  $SS$  dan  $S1$  harus ditetapkan masing masing. MCER dipermukaan tanah diperlukan suatu faktor amplifikasi pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik untuk menentukan respon spektrum percepatan gempa. Terkait percepatan pada getaran periode pendek ( $F_a$ ) dan percepatan yang periode 1 detik ( $F_v$ ) masuk dalam faktor amplifikasi. Parameter respon spektrum  $S_{DS}$  serta  $S_{DI}$  ditentukan dengan persamaan (2.5) dan (2.6)

$$S_{DS} = F_A S_S \quad (2.5)$$

$$S_{DI} = F_V S_I \quad (2.6)$$

Dengan:

$S_s$  = parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode pendek.

$S_1$  = parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode 1 detik.

Koefisien Situs  $F_a$  an  $F_v$  dicantumkan pada Tabel. 2.6 dan Tabel 2.7

Tabel 2.6 Koefisien situs,  $F_a$

Kelas situs	Parameter respon spektral percepatan gempa (MCE <sub>R</sub> ) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, $S_s$					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.5$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s \geq 1.25$	$S_s \geq 1.5$
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
SC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
SD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
SE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
SF	SS <sup>(a)</sup>					

Sumber: SNI 03-1726-2019

Tabel 2.7 Koefisien situs,  $F_v$

Kelas situs	Parameter respon spektral percepatan gempa (MCE <sub>R</sub> ) terpetakan pada periode 1 detik $S_1$					
	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.5$	$S_1 \geq 0.6$
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
SD	2.4	2.2	2.2	1.9	1.8	1.7
SE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
SF	SS <sup>(a)</sup>					

Sumber: SNI 03-1726-2019

#### 2.5.4 Parameter percepatan spektrum desain

Kurva spectrum respon desain harus dikembangkan dengan mengacu gambar 2.13 dan mengikuti ketentuan berikut jika respon spektrum tidak menggunakan prosedur gerak tanah dari spesifikasi situs, berikut ketentuannya:

- Untuk periode yang-lebih kecil-dari  $T_o$ , spectrum respon percepatan desain  $S_a$ , harus ditentukan berdasarkan persamaan (2.7)

$$S_a = S_{DS} \left( 0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (2.7)$$

- Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan  $T_o$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$ , spectrum respon percepatan desain,  $S_a$  sama dengan  $S_{DS}$ .
- Untuk periode lebih besar dari  $T_s$ , spectrum respon percepatan desain  $S_a$  dihitung berdasarkan persamaan 2.8

$$S_a = \frac{S_{DI}}{T} \quad (2.8)$$

- Untuk  $T_o$  dan  $T_s$  dirumuskan dengan persamaan 2.9 dan 2.10

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2.9)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2.10)$$

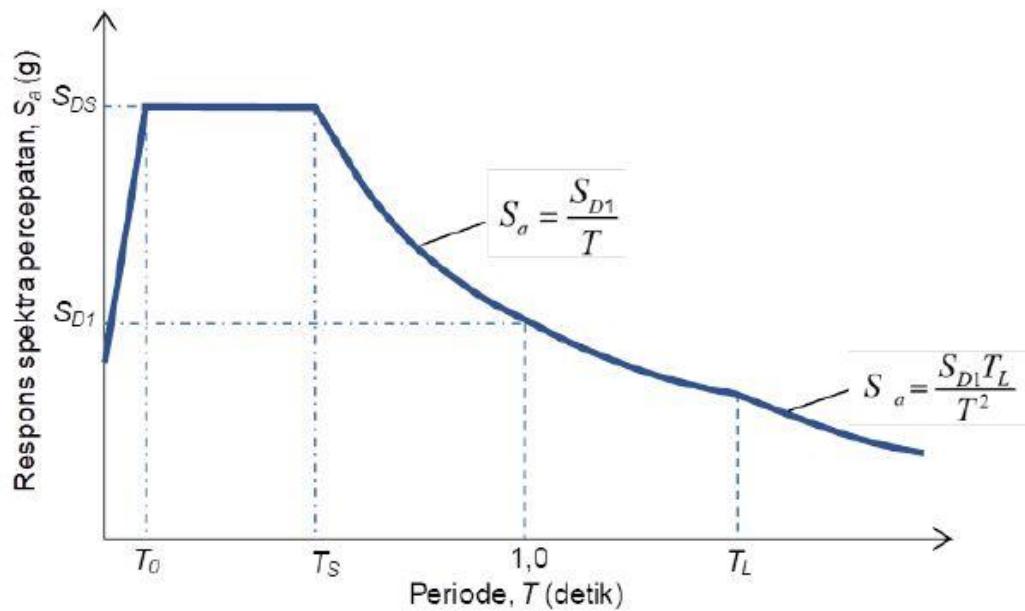
Dengan:

$S_{DS}$  = parameter respon spectrum percepatan desain pada periode pendek

$S_{DI}$  = parameter respon spectrum percepatan desain pada periode 1 detik

$T$  = periode getaran fundamental struktur

Contoh respon spektrum dapat dilihat pada Gambar 2.13



Gambar 2.13 Contoh gambar respon spektrum

Sumber: SNI 03-1276-2019

## 2.6 Peraturan Pembebaan Berdasarkan SNI-1727-2013

Peraturan sebelumnya, yakni PBI 1983 yang kemudian direvisi menjadi peraturan SNI-1727-2013. Menurut SNI-1727-2013 untuk penentuan beban hidup bangunan sekolah untuk ruang kelas ditetapkan sebesar  $1.92 \text{ kN/m}^2$ .

### 2.6.1 Beban hidup

Sesuai dengan kegunaan lantai ruang yang bersangkutan dan juga dinding-dinding pemisah dengan berat tidak lebih dari  $100 \text{ kg/m}^2$  juga termasuk beban hidup. Beban hidup pada lantai gedung dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Beban hidup pada lantai gedung

<b>Hunian atau penggunaan</b>	<b>Merata psf - (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Terpusat lb (kN)</b>
Apartemen (lihat rumah tinggal)		
Sisitem lantai akses:		
Ruang kantor	50 (2.4)	2000 (8.9)
Ruang komputer	100 (4.79)	2000 (8.9)
Gudang persenjataan dan ruang latihan	150 (7.18) <sup>a</sup>	
Ruang pertemuan:		
Kursi tetap (terikat dilantai)	100 (2.87) <sup>a</sup>	
Lobi	100 (4.79) <sup>a</sup>	
Kursi dapat dipindahkan	100 (4.79) <sup>a</sup>	
Panggung pertemuan	100 (4.79) <sup>a</sup>	
Lantai podium	150 (7.18) <sup>a</sup>	
Balkon dan dek	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani,tidak perlu melebihi 100 psf ( 4.79 kN/m <sup>2</sup> )	
Jalur untuk akses pemeliharaan	40 (1.92)	300 (1.33)
Koridor		
Lantai pertama	100 (4.79) sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain	
Lantai lain		

Sumber: SNI-1727-2013

Lanjutan Tabel 2.8 Beban hidup pada lantai gedung

<b>Hunian atau penggunaan</b>	<b>Merata psf (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Terpusat lb (kN)</b>
Ruang makan dan restoran	100 (4.79) <sup>a</sup>	
Hunian (lihat rumah tinggal)		
Ruang mesin elevator (pada daerah 2 in. x 2 in.[50 mm x 50 mm])		300 (1.33)
Konstruksi-pelat lantai-finishing-ringan (pada-area 1in. x 1 in. [25mm x 25 mm])		200 (0.89)
Jalur penyelamatan terhadap kebakaran	100 (4.79)	
Hunian satu keluarga saja	40 (1.92)	
Tangga permanen		Lihat pasal 4.5
Garasi/parkir		40 (1.92) <sup>a,b,c</sup>
Mobil penumpang saja		
Truk dan bus		
Susunan-tangga, rel-pengamanan-dan-batang pegangan		Lihat-pasal-4.5
Helipad	-60 (2.87) <sup>de</sup> tidak boleh direduksi	e, f, g
Rumah sakit:		
Ruang operasi, laboratorium	60 (2.87)	1000 (4.45)
Ruang pasien	40 (1.92)	1000 (4.45)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3.83)	1000 (4.45)
Hotel (lihat rumah tangga)		
Perpustakaan:		
Ruang baca	60 (2.87)	1000 (4.45)
Ruang penyimpanan	150 (7.18) <sup>a,h</sup>	1000 (4.45)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3.83)	1000 (4.45)
Pabrik		
Ringan	125 (6.00) <sup>a</sup>	2000 (8.90)
Berat	250 (11.97) <sup>a</sup>	3000 (13.40)

Sumber: SNI-1727-2013

Lanjutan Tabel 2.8 Beban hidup pada lantai gedung

Hunian atau penggunaan	Merata psf (kN/m <sup>2</sup> )	Terpusat lb (kN)
Gedung Perkantoran:		
Ruang arsip dan komputer harus direncanakan untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian		
Lobi dan koridor lantai pertama	100 (4.79)	2000 (8.90)
Kantor	50 (2.40)	2000 (8.90)
Koridor di atas lantai pertama	80 (3.83)	2000 (8.90)
Lembaga hukum:		
Block sel	40 (1.92)	
Koridor	100 (4.79)	
Tempat rekreasi:		
Tempat bowling, Kolam renang, dan penggunaan yang-sama	75 (3.59) <sup>a</sup>	
Bangsal dansa dan Ruang dansa	100 (4.79) <sup>a</sup>	
Gimnasium	100 (4.79) <sup>a</sup>	
Tempat menonton baik terbuka atau tertutup	100 (4.79) <sup>a,k</sup>	
Stadium dan-tribun/arena dengan tempat duduk tetap (terikat pada lantai)	60 (2.87) <sup>a,k</sup>	
Rumah-tinggal:		
Hunian-(satu-kelurga-dan-dua-keluarga)		
Loteng-yang-tidak-dapat-didiami-tanpa-gudang	-10 (0.48) <sup>l</sup>	
Loteng-yang-tidak-dapat-didiami-dengan-gudang	-20 (0.96) <sup>m</sup>	
Loteng-yang-dapat-didiami-dan-ruang-tidur	-30 (1.44)-	
Semua-rauangan-kecuali-tangga-dan-balkon	-40 (1.92)-	
Semua-hunian-rumah-tinggal-lainnya		
Ruang-pribadi-dan-koridor-yang-melayani-mereka	-40 (1.92)-	
Ruang-publik <sup>a</sup> dan-koridor-yang-melayani-meraka	-100 (4.79)	
Atap:		
Atap-datar,-berbubung,-dan-lengkung	20 (0.96) <sup>n</sup>	
Atap-digunakan-untuk-taman-atap	100 (4,79)	
	sama seperti hunian dilayani <sup>a</sup>	1

Sumber: SNI-1727-2013

Lanjutan Tabel 2.8 Beban hidup pada lantai gedung

Hunian atau penggunaan	Merata psf (kN/m <sup>2</sup> )	Terpusat lb (kN)
Atap:		
Atap yang digunakan untuk tujuan lain		
Atap yang digunakan untuk hunian lainnya		
Awning dan kanopi		
Konstruksi pabrik yang digunakan oleh struktur rangka kaku ringan	5 (0.24) tidak boleh direduksi	
Rangka tumpu layar penutup	5 (0.24) tidak boleh direduksi dan berdasarkan luas tributari dari atap yang ditumpu oleh rangka	200(0.89)
Semua konstruksi lainnya	20 (0.96)	2000 (8.9)
Komponen struktur atap utama, yang terhubung langsung dengan pekerjaan lantai		
Titik panel tunggal dari batang bawah rangka atap atau setiap titik sepanjang komponen struktur utama yang mendukung atap diatas pabrik, gudang dan perbaikan garasi		300 (1.33)
Semua komponen struktur atap utama lainnya		
Semua Permukaan atap dengan beban pekerja pemeliharaan		300 (1.33)
Sekolah:		
Ruang kelas	40 (1.92)	1000 (4.5)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3.83)	1000 (4.5)
Koridor lantai pertama	100 (4.79)	1000 (4.5)
Bak-bak scuttles, rusuk untuk atap kaca dan langit-langit yang dapat diakses		200 (0.89)
Pinggir jalan untuk pejalan kaki, jalan lintas kendaraan dan lahan/jalan untuk truk-truk	250 (11.97) <sup>a,p</sup>	8000 (35.6) <sup>q</sup>
Tangga dan jalan keluar	100 (4.79)	300 <sup>r</sup>
Rumah tinggal untuk satu dan dua keluarga saja	40 (1.92)	300 <sup>r</sup>

Sumber: SNI-1727-2013

### Lanjutan Tabel 2.8 Beban hidup pada lantai gedung

Hunian atau penggunaan	Merata psf (kN/m <sup>2</sup> )	Terpusat lb (kN)
Gudang diatas lagit-langit	20 (0,96)	
Gudang penyimpan barang sebelum disalurkan ke pengecer (jika dinati sipasi menjadi gudang penyimpanan, harus dirancang untuk beban lebih berat)		
Ringen	125(6.00) <sup>a</sup>	
Berat	-250 (11.97) <sup>a</sup>	
Toko		
Eceran		
Lantai pertama	100 (4.79)	1000 (4.45)
Lantai diatasnya	75 (3.59)	1000 (4.45)
Grosir, disemua lantai	125 (6.00) <sup>a</sup>	1000 (4.45)
Penghalang kendaraan	Lihat pasal 4.5	
Susuran jalan dan panggung yang ditinggikan (selain jalan keluar)	60 (2.87)	
Pekarangan dan teras, jalur pejalan kaki	100 (4.79) <sup>a</sup>	

Sumber: SNI-1727-2013

### 2.6.2 Beban mati

Berat sendiri struktur gedung sekolah panggung dengan komponen gedung diambil dari Tabel 2.9

Tabel 2.9 Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung

No.	Bahan/Material Bangunan	Kg/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
1	Baja	7850			
2	Batu belah, batu gunung (berat tumpuk)	2600	25.48		
3	batu karang	1500	14.7		
4	Batu pecah	700	6.86		
5	Besi tuang	1450	14.21		
6	Beton (1)	2250	21.56		
7	Beton Bertulang (2)	2200	21.56		
8	Kayu (Kelas I)	2400	23.52		

Sumber: SNI-1727-2013

## 2.7 Nilai Desain Acuan Kayu

Nilai desain acuan untuk kayu yang-dipilah secara visual dan kayu dimensi yang dipilah secara mekanis. Nilai desain acuan rencana dapat di dalam Tabel 2.10

Tabel 2.10 Nilai desain acuan kayu

Kode Mutu	Nilai Desain Acuan (MPa)					Modulus Elastisitas Acuan (MPa)	
	F <sub>b</sub>	F <sub>t</sub>	F <sub>c</sub>	F <sub>v</sub>	F <sub>c⊥</sub>	E	E <sub>min</sub>
E25	26.0	22.9	18.0	3.06	6.11	25000	12500
E24	24.4	21.5	17.4	2.87	5.74	24000	12000
E23	23.2	20.5	16.8	2.73	5.46	23000	11500
E22	22.0	19.4	16.2	2.59	5.19	22000	11000
E21	21.3	18.8	15.6	2.50	5.00	21000	10500
E20	19.7	17.4	15.0	2.31	4.63	20000	10000
E19	18.5	16.3	14.5	2.18	4.35	19000	9500
E18	17.3	15.3	13.8	2.04	4.07	18000	9000
E17	16.5	14.6	13.2	1.94	3.89	17000	8500
E16	15.0	13.2	12.6	1.76	3.52	16000	8000
E15	13.8	12.2	12.0	1.62	3.24	15000	7500
E14	12.6	11.1	11.1	1.48	2.96	14000	7000
E13	11.8	10.4	10.4	1.39	2.78	13000	6500
E12	10.6	9.4	9.4	1.25	2.50	12000	6000
E11	9.1	8.0	8.0	1.06	2.13	11000	5500
E10	7.9	6.9	6.9	0.93	1.85	10000	5000
E9	7.1	6.3	6.3	0.83	1.67	9000	4500
E8	5.5	4.9	4.9	0.65	1.30	8000	4000
E7	4.3	3.8	3.8	0.51	1.02	7000	3500
E6	3.1	2.8	2.8	0.37	0.74	6000	3000
E5	2.0	1.7	1.7	0.23	0.46	5000	2500

Sumber: SNI-7973-2013

### 2.7.1 Koreksi pada nilai desain acuan

Nilai desain acuan dari Tabel 2.10 harus-dikalikan dengan faktor faktor koreksi yang ditetapkan di Tabel-2.11 untuk-menentukan nilai desain terkoreksi.

Tabel 2.11 Keberlakuan faktor-faktor koreksi untuk kayu gergajian

	C <sub>D</sub>	DTI dan DFBK										Hanya DFBK		
		Faktor Durasi Beban Basah	Faktor Temperatur	Faktor Stabilitas Balok	Faktor Ukuran	Faktor Penggunaan rebah	Faktor Tusukan	Faktor Komponen struktur Berulang	Faktor Stabilitas Kolom	Faktor Kekakuan Tekuk	Faktor Luas Tumpu	Faktor Koversi Format	Faktor Ketahanan	Faktor Efek Waktu
F <sub>b'</sub> = F <sub>b</sub> x	C <sub>D</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>t</sub>	C <sub>L</sub>	C <sub>F</sub>	C <sub>fu</sub>	C <sub>i</sub>	C <sub>r</sub>	-	-	-	2,54	0,85	λ
F <sub>t'</sub> = F <sub>t</sub> x	C <sub>D</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>t</sub>	-	C <sub>F</sub>	-	C <sub>i</sub>	-	-	-	-	2,70	0,80	λ
F <sub>v'</sub> = F <sub>v</sub> x	C <sub>D</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>t</sub>	-	-	-	C <sub>i</sub>	-	-	-	-	2,88	0,75	λ
F <sub>c⊥'</sub> = F <sub>c⊥</sub> x	-	C <sub>M</sub>	C <sub>t</sub>	-	-	-	C <sub>i</sub>	-	-	-	C <sub>b</sub>	1,67	0,90	-
F <sub>c'</sub> = F <sub>c</sub> x	C <sub>D</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>t</sub>	-	C <sub>F</sub>	-	C <sub>i</sub>	-	-	C <sub>p</sub>	-	2,40	0,90	λ
E' = E x	-	C <sub>M</sub>	C <sub>t</sub>	-	-	-	C <sub>i</sub>	-	-	-	-	-	-	-
E <sub>min'</sub> = E <sub>min</sub> x	-	C <sub>M</sub>	C <sub>t</sub>	-	-	-	C <sub>i</sub>	-	-	C <sub>T</sub>	-	1,76	0,85	-

Sumber: SNI-7973-2013

Kekuatan lentur, kekuatan geser, kekuatan tekan atau kekuatan tarik dimasukkan dalam desain konstruksi kayu. Berikut ketentuan desain yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 2.11 sampai 2.20

$$M' \geq M \quad (2.11)$$

$$M' = F_b' S \quad (2.12)$$

$$V' \geq V \quad (2.13)$$

$$V' = 2/3 F_v' A \quad (2.14)$$

$$P' \geq P \quad (2.15)$$

$$P' = C_P A F_c^* \quad (2.16)$$

$$T' \geq T \quad (2.17)$$

$$T' = F_t' A \quad (2.18)$$

$$\Delta = \frac{5wl^4}{384EI} \leq \delta_{ijin} \quad (2.19)$$

$$P_{tekuk} = \frac{\sigma_{tk}/\gamma_x F_{br}}{\omega} \leq P_U \quad (2.20)$$

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pendahuluan**

Pembahasan metode penelitian pada bab ini meliputi tentang menentukan ketentuan beban yang bekerja, misalnya beban hidup, beban mati, serta beban gempa. Sebagai acuan yang digunakan yaitu spesifikasi desain untuk Konstruksi Kayu SNI-7973-2013 sementara untuk beban dinamik dimodelkan berdasarkan SNI-1726-2019 berupa respon spektrum dan pemodelan struktur bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah

#### **3.2 Deskripsi Struktur**

Ponpes Assyafi'iyah adalah gedung yang berfungsi sebagai sekolah, bangunan ini terdiri dari 2 lantai. Bangunan Ponpes Assyafi'iyah didesain dengan menggunakan konstruksi kayu yang berdiri pada lokasi tanah sedang (SD). Dalam tugas akhir ini akan dilakukan analisa struktur bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah terhadap gaya gempa. Adapun gambar bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah dan lokasinya dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2



Gambar 3.1 Ponpes Assyafi'iyah, Kec. Pemenang, Lombok Utara

Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2021

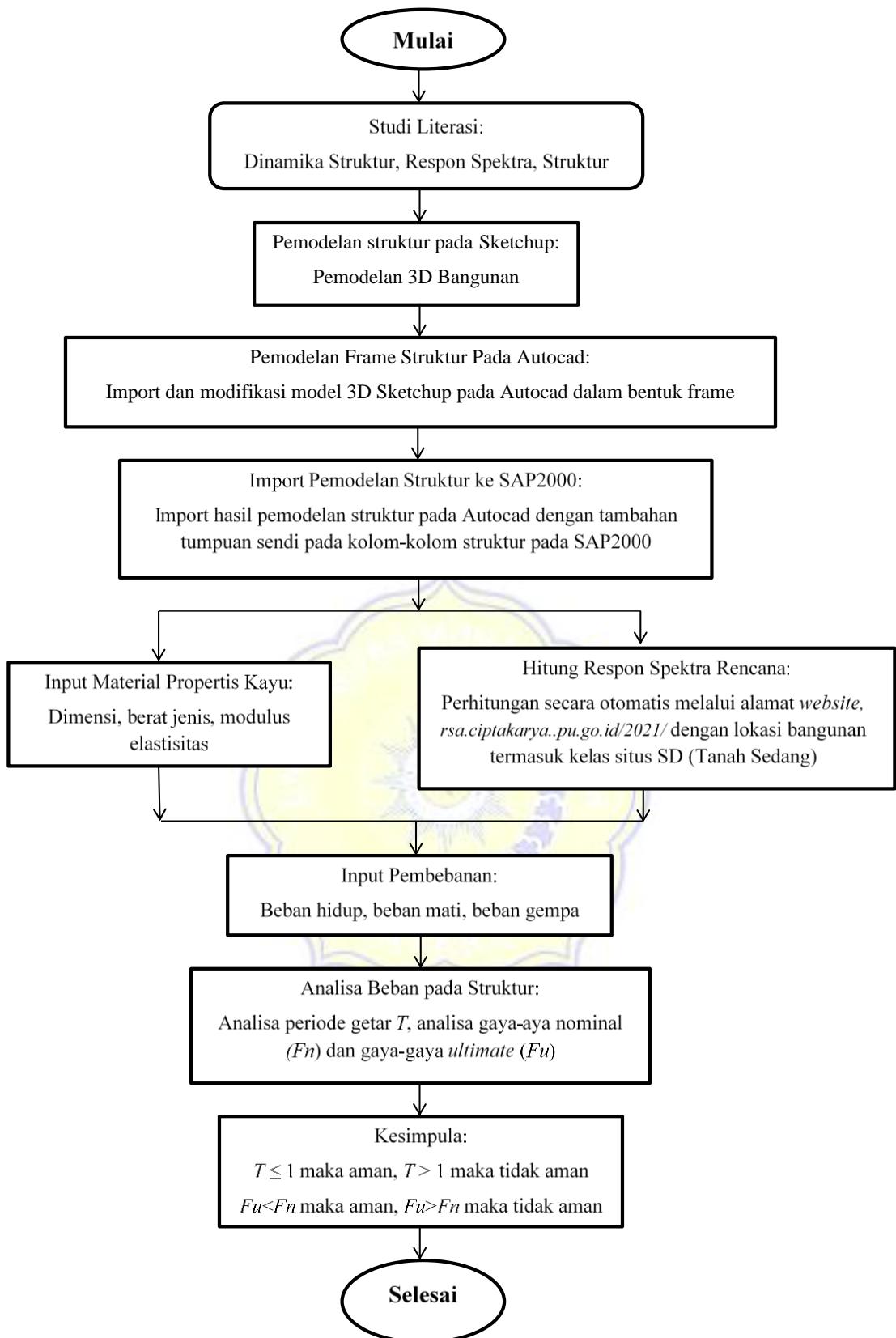


Gambar 3.2 Peta lokasi Ponpes Assyafi'iyah, Kec. Pemenang Lombok Utara

Sumber: Google Maps,2021

### 3.3 Diagram Penelitian

Penelitian ini menggunakan analisis dengan menggunakan software SAP2000v14. Adapun Diagram Alir Analisis dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Diagram Alir Analisis

### **3.4 Studi Literatur**

Sebelum melakukan penelitian ini dilakukan beberapa langkah awal yang mendukung seperti mempelajari literature yang berkaitan dengan struktur bangunan sekolah panggung. Survey awal juga dilakukan untuk mendukung penelitian ini yang berlokasi di Kabupaten Lombok Utara, Kecamatan Pemenang, Literatur berupa buku, jurnal, maupun *website*.

### **3.5 Mechanical Properties Kayu**

Sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah dibangun dengan didominasi material kayu dengan ukuran-ukuran sebagai berikut :

Kolom Lantai 1 = 16 cm x16 cm

Kolom Lantai 2 = 8 cm x 8 cm

Balok lantai 1 = 8 cm x 16 cm

Balok lantai 2 = 6 cm x 12 cm

Balok lantai = 30 cm x 4 cm

Dinding = 8 cm x 4 cm

Bracing = 4 cm x 8 cm

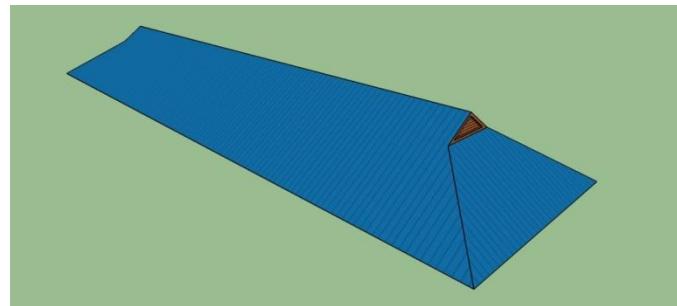
Kuda-kuda = 6 cm x 12 cm

Gording = 6 cm x 8 cm

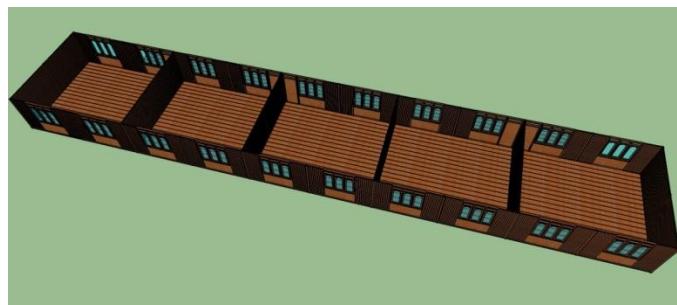
Jenis kayu yang digunakan yaitu kayu ulin (Kelas I)



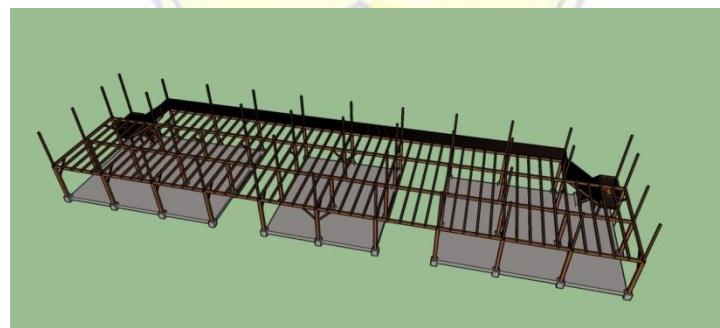
Berikut ini merupakan bagian-bagian dari bangunan sekolah panggung Ponpes Assyaifi'iyah dapat dilihat pada Gambar 3.4



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.4 (a) Atap, (b) Lantai, dinding, kusen pintu dan jendela, (c) Pondasi, kolom, balok dan tangga

Sumber: Hasil Analisis, 2021

### **3.6 Pemodelan Struktur**

#### **3.6.1 Bentuk struktur**

Struktur bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah terdiri dari beberapa bagian, seperti kolom, balok, dan atap. Untuk mempermudah penyelesaian tugas akhir ini maka tumpuan pada bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah diasumsikan tumpuan berupa sendi-sendi. Penggunaan SAP2000 pada struktur kayu biasanya digunakan untuk menghitung atau merencanakan kuda-kuda.

#### **3.6.2 Gambar tiga dimensi pada Sketchup**

Hasil pengukuran yang sudah dilakukan, digambar pada software Sketchup. Penggambaran sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah pada Sketchup digambar secara detail. Dan hasil dari gambar yang sudah selesai diubah ke dalam Autocad mengambil garis-garis dengan cara mengambil garis as atau garis tengah setiap bagian struktur. Kemudian disimpan dalam bentuk file dwg.

Hasil pemodelan 3D Sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah pada Sketchup dapat dilihat pada Gambar 3.5

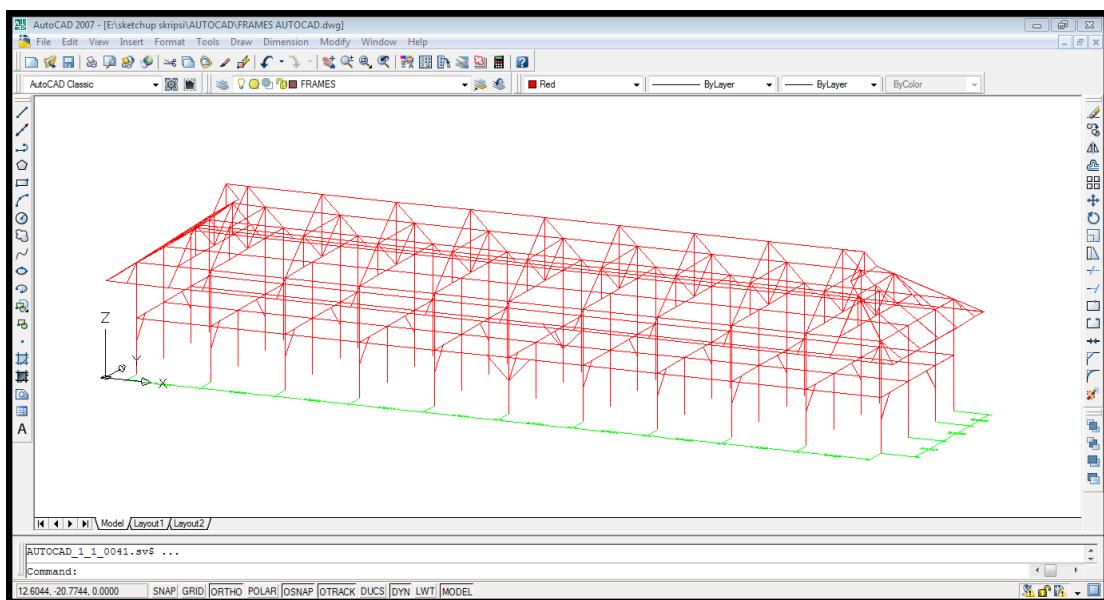


Gambar 3.5 Pemodelan 3D Sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah pada Sketchup

Sumber: Hasil Analisis, 2021

### 3.6.3 Modifikasi gambar pada Autocad

Gambar yang dimodelkan adalah gambar struktur bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah. Struktur tersusun dalam sistem rangka ruang. Gambar yang diperoleh ini kemudian dimodifikasi menjadi dua jenis layer, yaitu layer satu sebagai frame dan layer lainnya sebagai point (pada Autocad) kemudian disimpan dalam bentuk dxf- file. Struktur 3 dimensi pada Autocad dapat dilihat pada Gambar 3.6

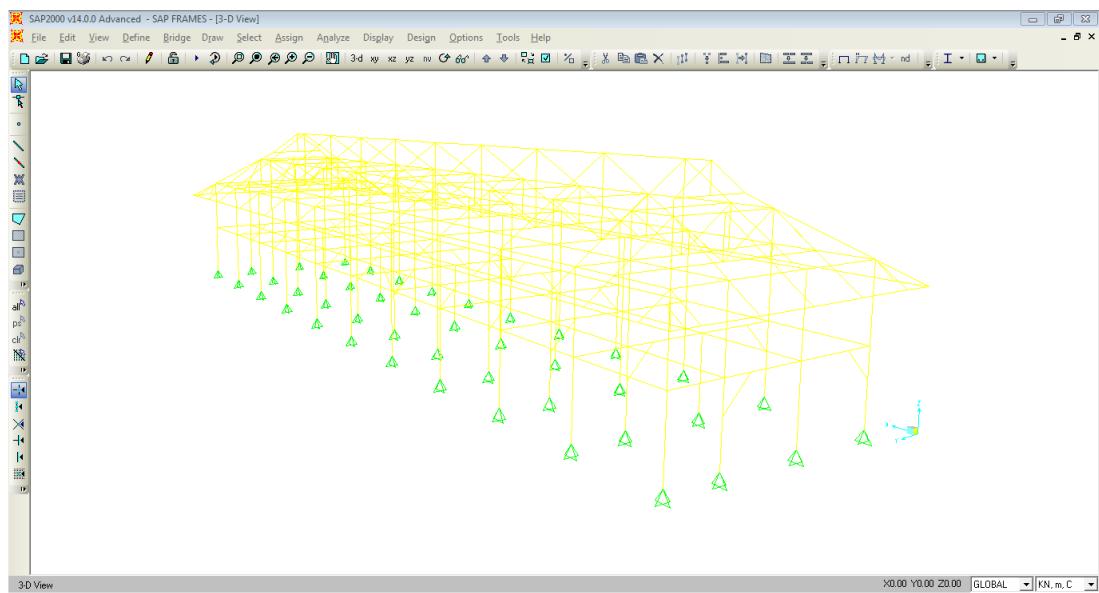


Gambar 3.6 Struktur tiga dimensi pada Autocad

Sumber: Hasil Analisis, 2021

### 3.6.4 Import model pada SAP2000 dari Autocad

Setelah bentuk model struktur terbentuk, kemudian dilakukan proses import model pada SAP2000 dari file yang sudah disimpan dalam bentuk dxf-file. Setelah itu dapat diimport di SAP2000 yang menampilkan satu struktur utuh, kemudian ditambah tumpuan pada kolom-kolomnya yang dimodelkan dengan perletakan sendi. Pembebaan struktur dilakukan dengan memasukkan beban gempa, beban hidup, dan material struktur kayu. Hasil import SAP2000 dari Autocad dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Hasil import SAP2000 dari Autocad

Sumber: Hasil Analisis, 2021

### 3.7 Material Kayu

Material yang digunakan merupakan material kayu, dari jenis kayu ulin. penelitian ini digunakan pendekatan material yang sudah memiliki analisis phisical dan mechanical properties kayu yang sudah diteliti. Secara umum, pada bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah memiliki sifat kayu kelas I.

Pada penelitian ini, phisical dan mechanical propertis kayu yang digunakan, antara lain berat jenis kayu dan modulus elastisitas. dimana material kayu ulin dengan berat jenis  $0.88 \text{ gr/cm}^3$  atau  $8.629.9 \text{ KN/m}^3$  (Frick, 1981). Sedangkan untuk modulus elastisitas sebesar  $4676.69 \text{ Mpa}$  (Idris, 2019).

### 3.8 Pembebanan

Pembebanan pada struktur bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah digunakan dengan pembebanan statik dan dinamik, di mana beban

statik terdiri dari beban mati serta beban hidup, sementara beban dinamik merupakan beban berupa respon spektrum gempa.

### 3.8.1 Beban mati

Beban mati yang digunakan pada perhitungan merupakan kayu Ulin (kelas I) yang memiliki berat jenis  $0.88 \text{ gr/cm}^3$  atau  $8.6299 \text{ KN/m}^3$ .(Frick, 1981).

### 3.8.2 Beban hidup

Berdasarkan rekomendasi SNI-1727-2013, beban hidup pada lantai sekolah direncanakan sebesar  $1.92 \text{ kN/m}^2$ .

### 3.8.3 Beban gempa

Respon gaya maksimum dari beban gempa yang merupakan respon spektrum digunakan sebagai beban gempa. Perencanaan respon spektrum disesuaikan dengan lokasi penelitian yang dilakukan.

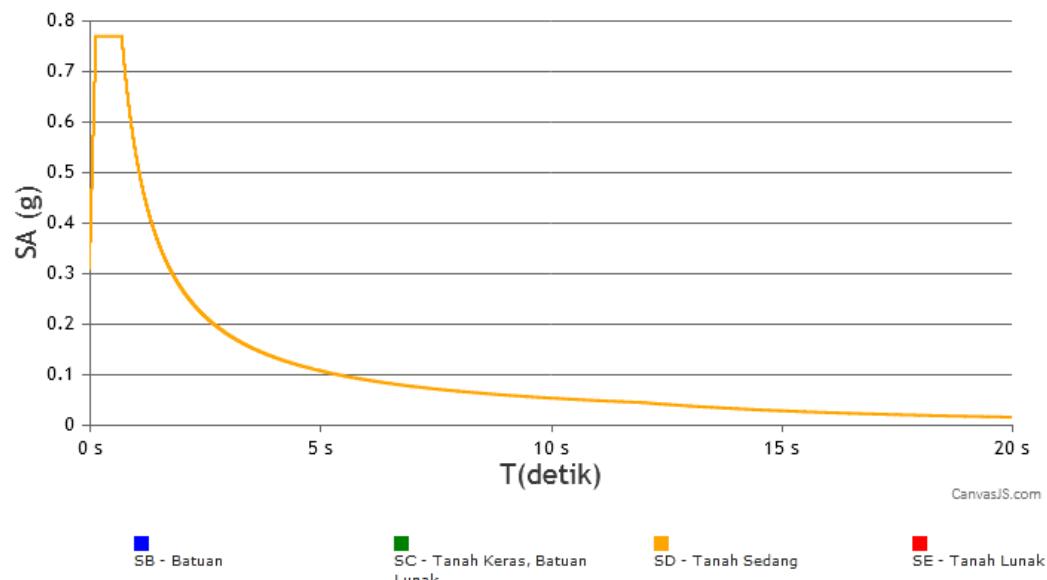
#### Analisis Beban Gempa

Untuk menganalisis beban gempa diperlukan beberapa parameter berikut ini.

##### Data Perencanaan

- Fungsi Bangunan : Sekolah
- Lokasi bangunan : Pemenang, Lombok Utara
- Jenis Tanah : SD (Tanah Sedang)
- Metode Analisa : Analisa Dinamis Respon Spectrum

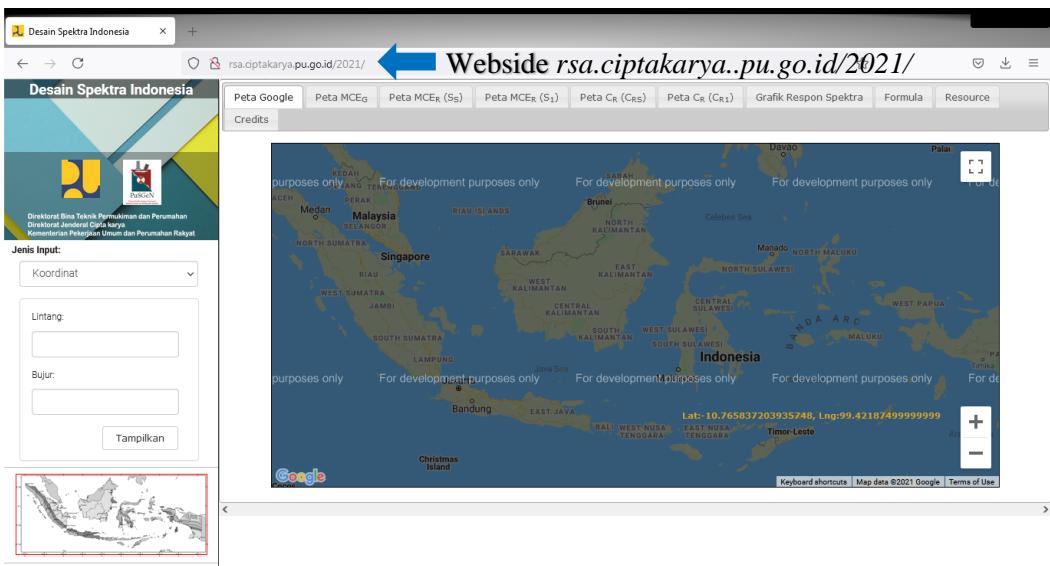
Adapun analisis respon spectrum wilayah gempa, dapat ditemukan secara otomatis melalui website, [rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/](http://rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/). Lokasi Sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah (Lintang: -8.4315226, Bujur: 116.0869505). Grafik respons spektrum tanah sedang lokasi sekolah panggung ponpes Assyafi'iyah Pemenang dapat dilihat pada Gambar 3.8



Gambar 3.8 Grafik Respons Spektrum Tanah Sedang Lokasi Sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah Pemenang

Sumber: [rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/](http://rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/)

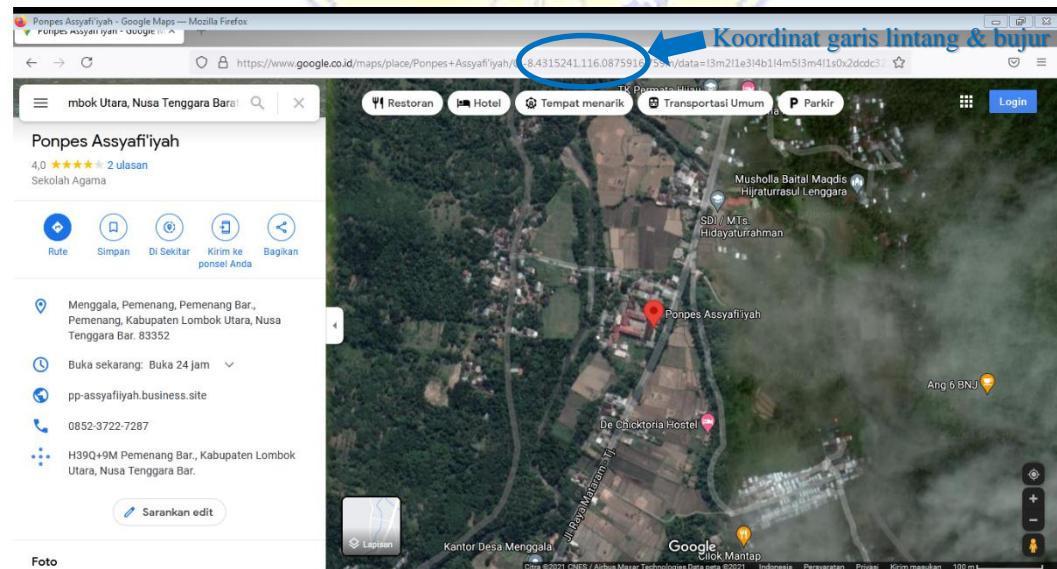
Langkah dan proses analisa dengan respon spektrum melalui website, diawali dengan memasuki alamat webside, [rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/](http://rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/) akan muncul tampilan seperti Gambar 3.9



Gambar 3.9 Tampilan Awal webside, [rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/](http://rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/)

Sumber: [rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/](http://rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/)

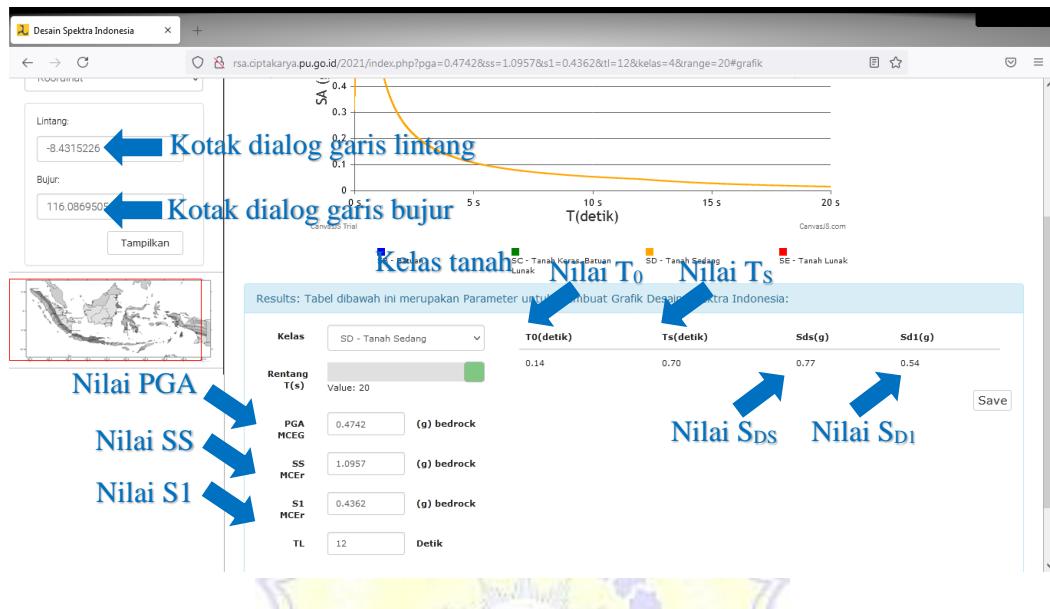
Kemudian masukkan koordinat lintang dan bujur pada kotak dialog yang disediakan. Koordinat diperoleh dari Google Map, dengan melakukan pencarian pada lokasi yang dituju, dalam hal ini lokasi yang dituju adalah Ponpes Assyafi'iyah Lombok Utara dengan koordinat garis lintang dan bujur seperti yang dilingkari pada gambar 3.10



Gambar 3.10 Tampilan Google Maps saat pencarian koordinat Ponpes Assyafi'iyah

Sumber: Google Maps, 2021

Setelah koordinat garis lintang dan bujur dicopy, pastekan koordinat garis lintang dan bujur pada kotak dialog yang sudah disediakan, kemudian klik tampilkan maka akan muncul tampilan seperti Gambar 3.11



Gambar 3.11 Tampilan website, [rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/](http://rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/) Setelah Input Koordinat Lintang Dan Bujur

Sumber: [rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/](http://rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/)

Atur kelas tanah sesuai dengan kondisi tanah, kemudian kembali klik tampilkan maka akan mucul output data respon spektrum. Berikut prameter percepatan respon spektrum batuan dasar gempa yang dipetakan hasil output website [rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/](http://rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/) terhadap kondisi tanah sedang:

- PGA = 0.4742
- $s_s$  (g) = 1.0957
- $s_1$  (g) = 0.4362
- $s_{DS}$  (g) = 0.77
- $s_{D1}$  (g) = 0.54
- $T_0$  (detik) = 0.14
- $T_s$  (detik) = 0.70

Dengan:

- PGA : Peak Ground Acceleration / percepatan tanah maksimum
- $s_s$  (g) : Parameter respon spectrum percepatan pada gempa periode pendek
- $s_1$  (g) : Parameter respon spectrum percepatan gempa periode 1 detik
- $s_{DS}$  (g) : Parameter respon spektral percepatan desain pada periode pendek
- $s_{D1}$  (g) : Parameter respon spektral percepatan desain pada periode 1 detik
- $T_0$  (detik) : Getaran fundamental struktur pada periode pendek
- $T_s$  (detik) : Getaran fundamental struktur pada periode 1 detik

### 3.8.4 Kombinasi pembebanan

Pemilihan kombinasi berdasarkan kombinasi yang mencantumkan beban gempa berdasarkan SNI 1727-2013 sebagai berikut:

- $1.2D \pm 1.0E + 1.0L$
- $0.9D \pm 1.0E$

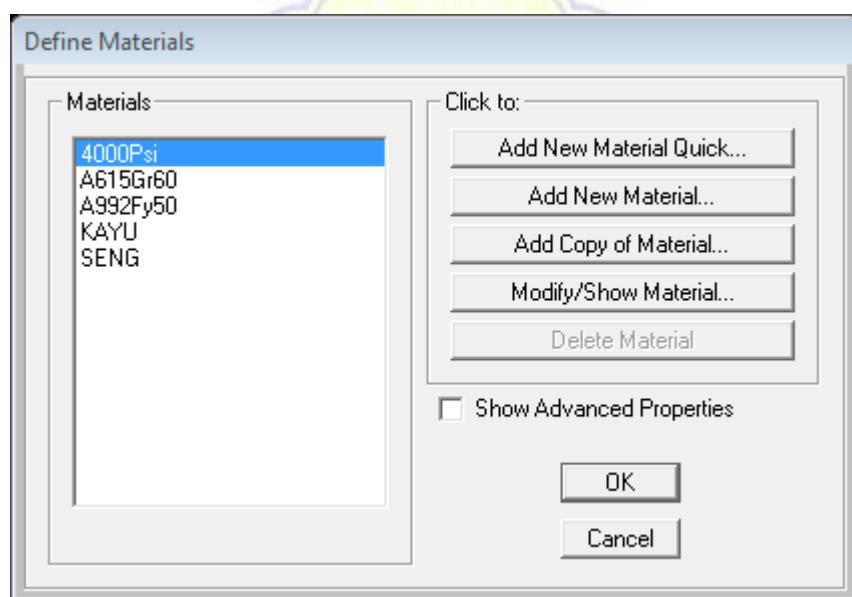
### 3.9 Pembebanan pada SAP2000

Semua parameter yang sudah ditentukan pada bagian sebelumnya dimasukkan pada software SAP2000. Sebelum melakukan analisis pembebanan, maka material dan properti kayu dimasukkan pada setiap frame pada SAP2000. Beban gempa yang yang dimasukkan berupa respon spektrum rencana yang datanya diambil dari [rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/](http://rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/). Hasil respon spektrum rencana diinput ke SAP2000.

### 3.9.1 Langkah-langkah analisis pada SAP2000

Untuk analisis perhitungan, maka ada beberapa tahap yang dilakukan pada software SAP2000. Setelah model struktur pada autoCAD diimport ke SAP2000 maka material, ukuran, dan properties kayu dimasukkan sesuai ukuran pada bangunan sekolah panggung Ponpes Assyafi'iyah. Proses input data material kayu pada SAP2000, nilai Respon Spektrum rencana pada SAP2000, *Load Cases* pada SAP2000, *Run Analysis* pada SAP2000 berturut - turut ditampilkan pada Gambar 3.13, Gambar 3.14, Gambar 3.15, Gambar 3.16 dan Gambar 3.17

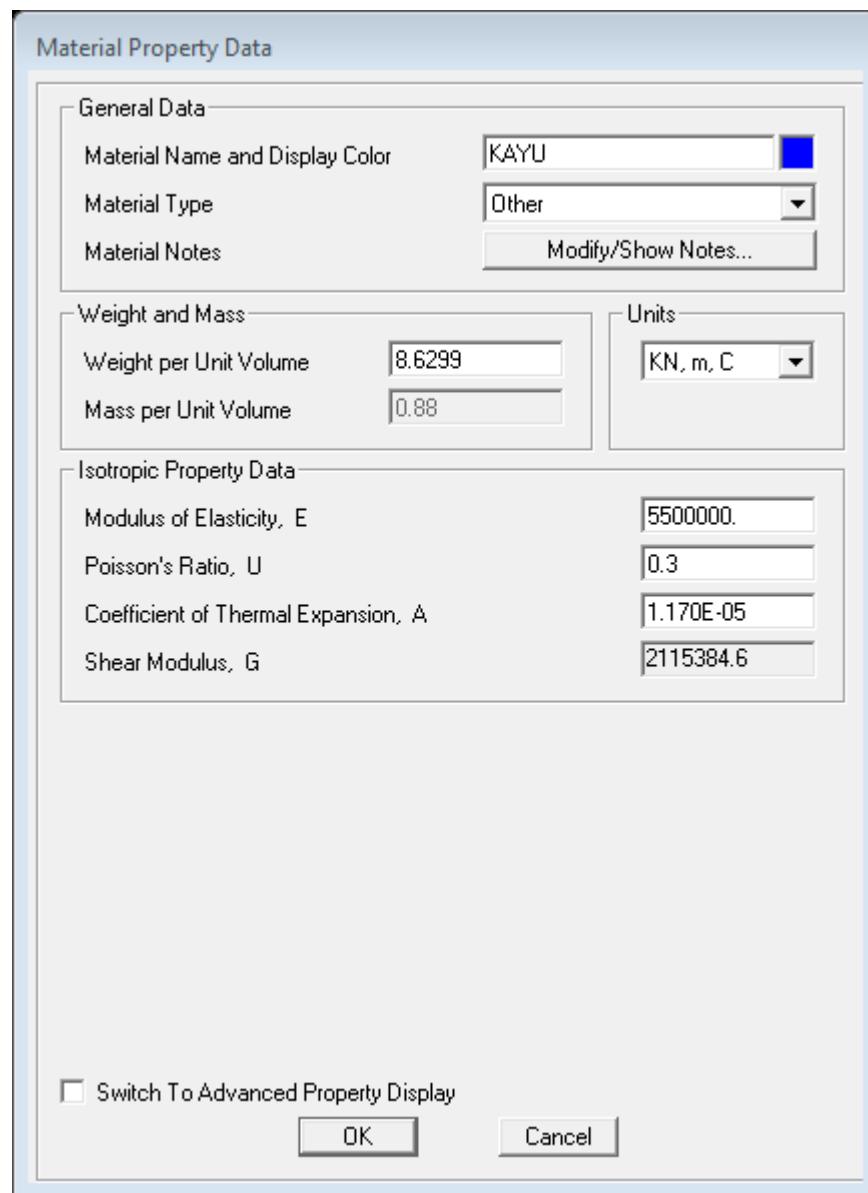
Ada pun proses input data material kayu pada SAP2000 dimulai dengan klik define kemudian pilih material akan muncul kotak dialog seperti gambar 3.12



Gambar 3.12 Tampilan Define Materials pada SAP2000

Sumber: Hasil Analisis, 2021

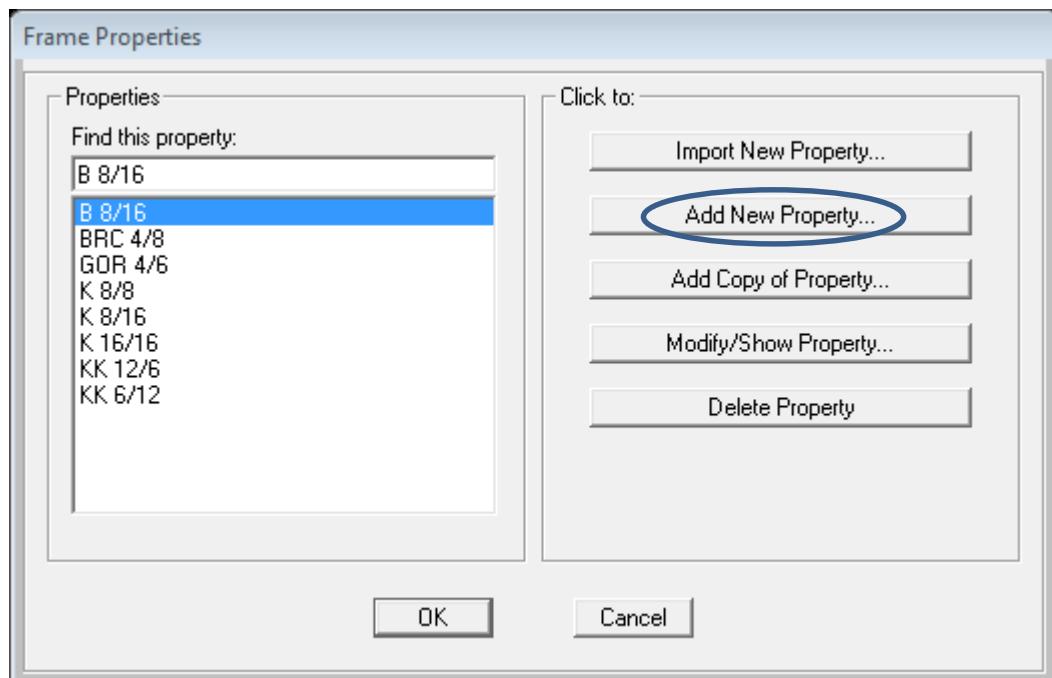
Kemudian pilih add new material maka akan muncul kotak dialog seperti gambar 3.13



Gambar 3.13 Tampilan Material Property data pada SAP2000  
Sumber: Hasil Analisis, 2021

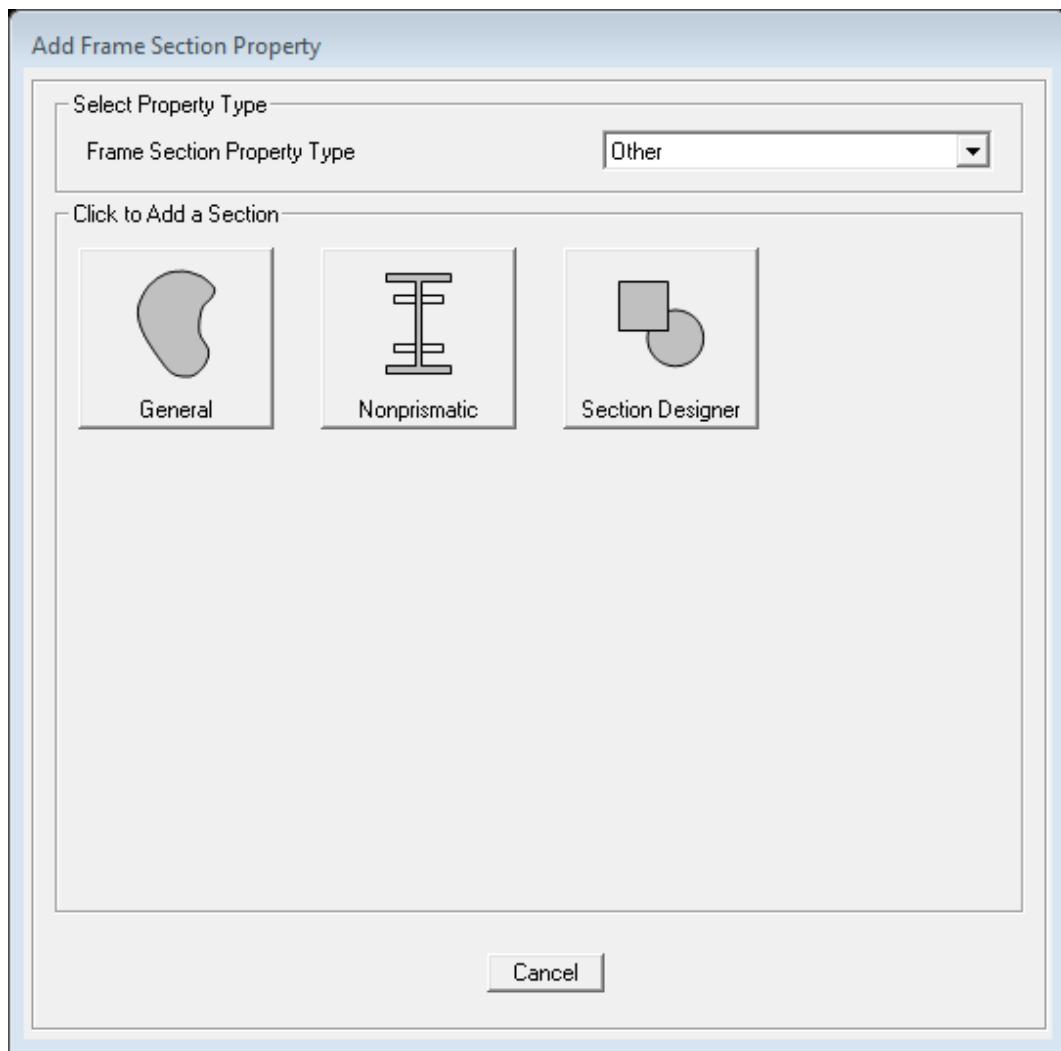
Input material propertis kayu ulin yaitu massa jenis sebesar  $880 \text{ kg/m}^3$  dan modulus elastisitas sebesar 5500 Mpa pada material property data kemudian klik ok, maka material properti data telah terinput.

Untuk dimensi elemen kayu diinput pada SD section data dengan mengklik define kemudian klik section properties lalu pilih frame section, akan muncul kotak dialog seperti pada gambar 3.14



Gambar 3.14 Tampilan Frame Properties pada SAP2000  
Sumber: Hasil Analisis, 2021

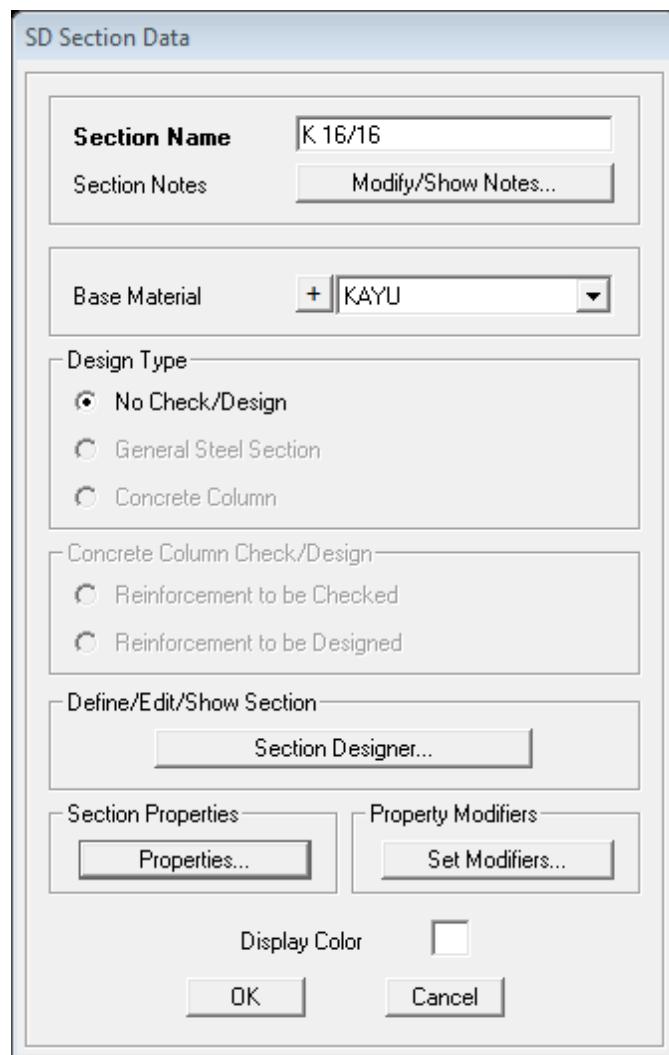
Kemudian pada kotak dialog frame properties pilih add new property maka akan muncul kotak dialog seperti gambar 3.15



Gambar 3.15 Tampilan Add Frame Section Property pada SAP2000

Sumber: Hasil Analisis, 2021

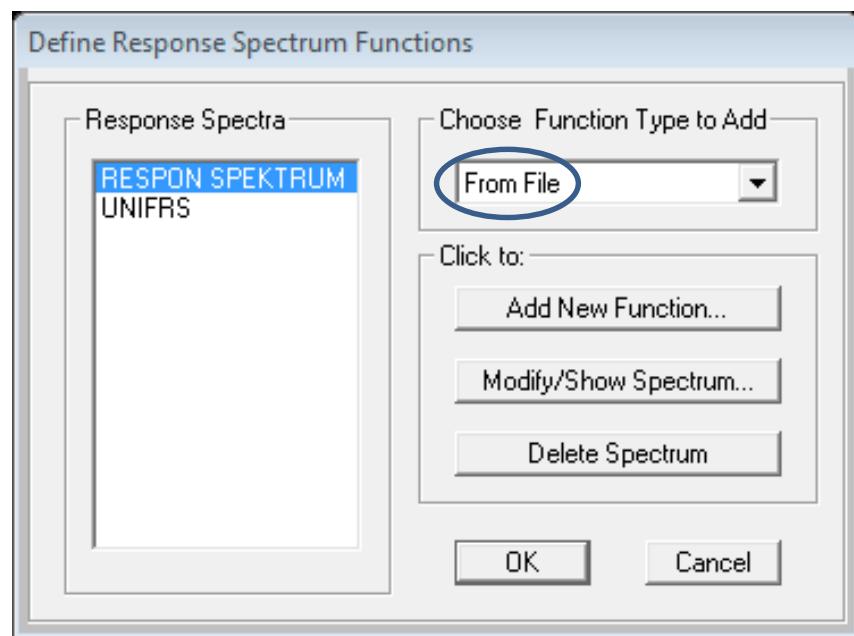
Pada section property type pilih other kemudian pilih section designer maka akan muncul kotak dialog seperti gambar 3.16



Gambar 3.16 Data material kayu diinput pada SAP2000  
Sumber: Hasil Analisis, 2021

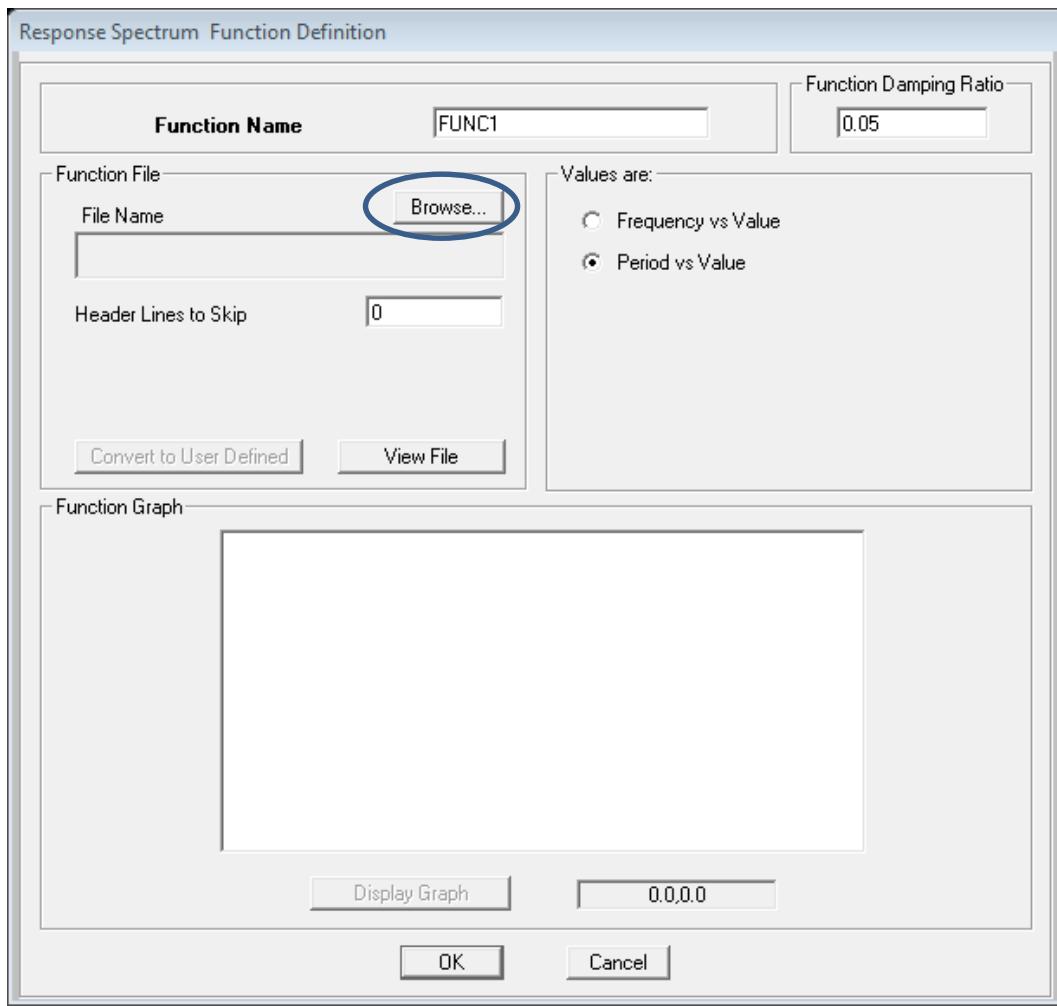
Kemudian akan muncul kotak dialog SD section data, pada section name di isi nama elemen, sebagai contoh pada gambar di isi nama elemen K 16/16 untuk dimensi kolom ukuran 16 cm x 16 cm. pada base material pilih kayu, kemudian rubah dimensi material kayu menjadi ukuran 16 cm x 16 cm pada section designer.

Untuk nilai respon spektrum rencana diinput pada kotak dialog response spectrum function definition dengan klik define kemudian klik functions, kemudian pilih respons spectrum maka akan muncul kotak dialog seperti pada gambar 3.17



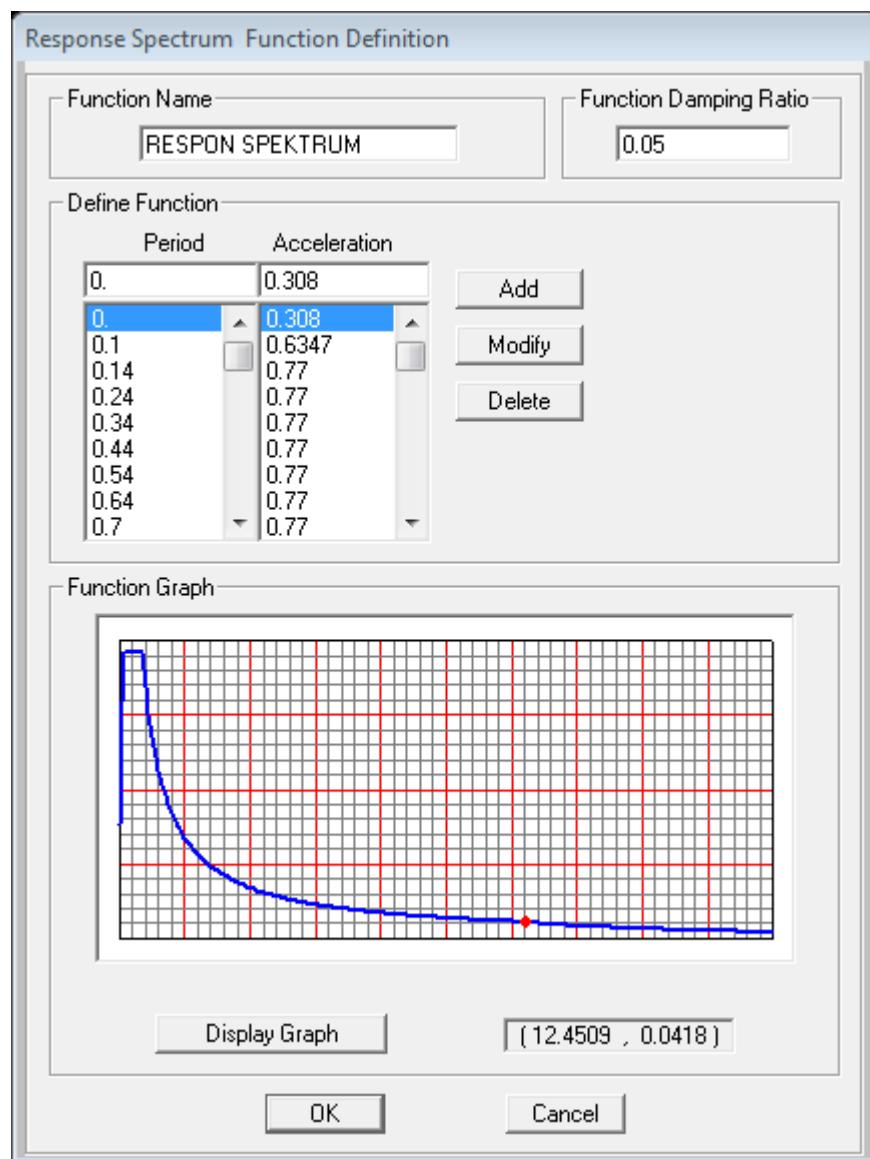
Gambar 3.17 Tamilan Define Response Spectrum Functions pada SAP2000  
*Sumber: Hasil Analisis, 2021*

Pada “choose function type to add” pilih “from file” kemudian klik “add new function” maka akan muncul kotak dialog seperti pada gambar 3.18



Gambar 3.18 Tamilan Response Spectrum Functions Definition pada SAP2000  
Sumber: Hasil Analisis, 2021

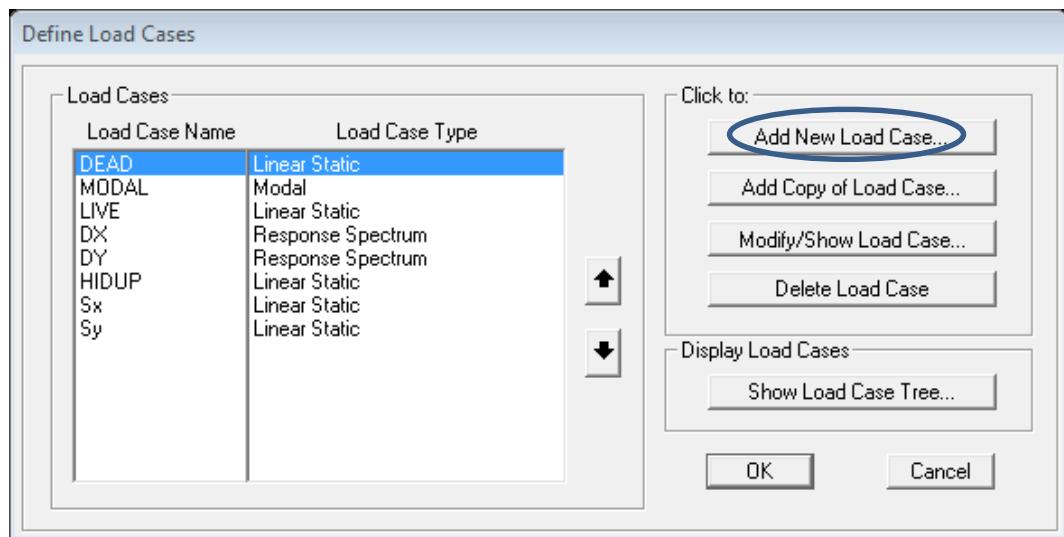
masukkan data respons spektrum yang diperoleh dari [rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/](http://rsa.ciptakarya..pu.go.id/2021/) yang datanya sudah dirubah dalam bentuk text file agar bisa terbaca, kemudian klik browse untuk menginput data respon spektrum yang sudah dirubah dalam bentuk text file kemuduan klik open. Nilai respon Spektrum rencana pada SAP2000 ditampilkan pada gambar 3.19



Gambar 3.19 Nilai Respon Spektrum rencana pada SAP2000  
*Sumber: Hasil Analisis, 2021*

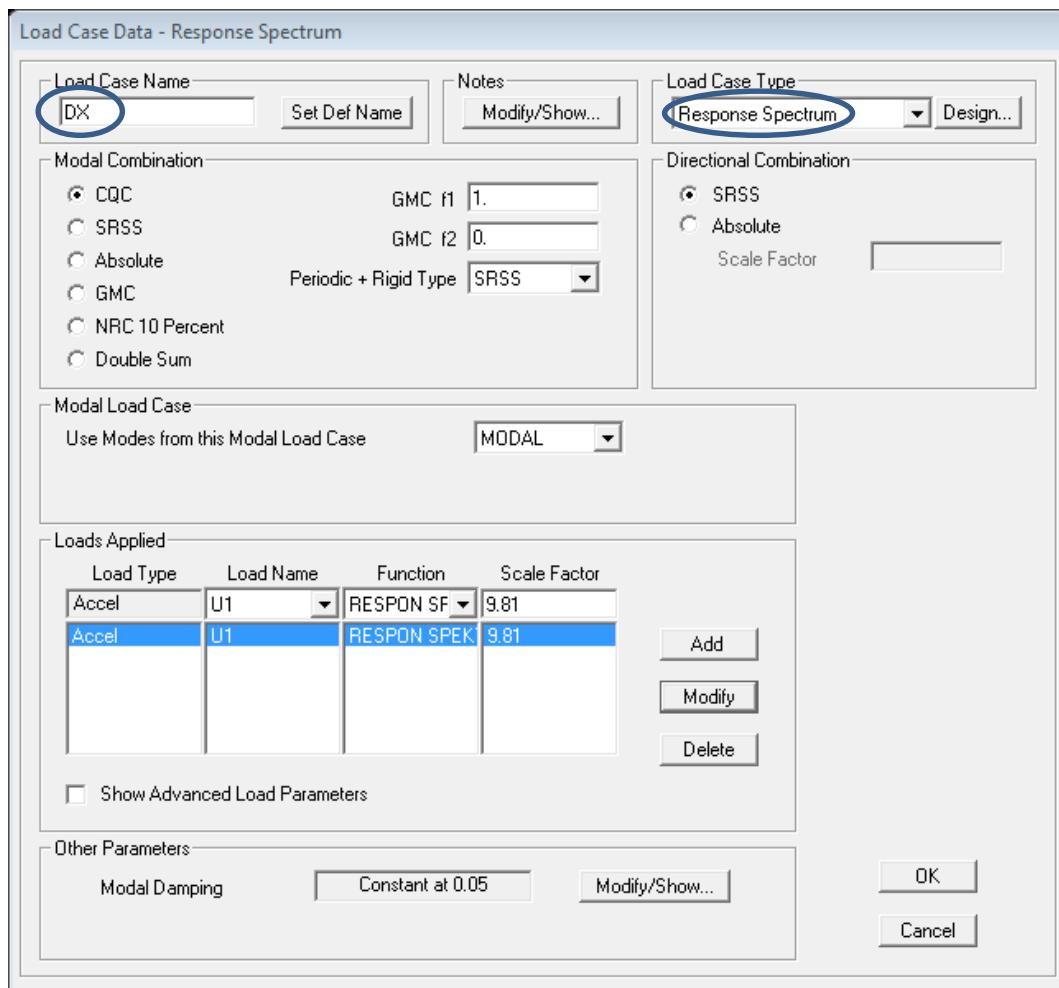
Setelah muncul grafik respon spektrum, klik ok maka data respon spektrum telah terinput.

Define load cases yang digunakan diantaranya beban mati, beban hidup dan beban gempa seperti ditampilkan dalam pada gambar 3.20



Gambar 3.20 *Load Cases* pada SAP2000  
Sumber: Hasil Analisis, 2021

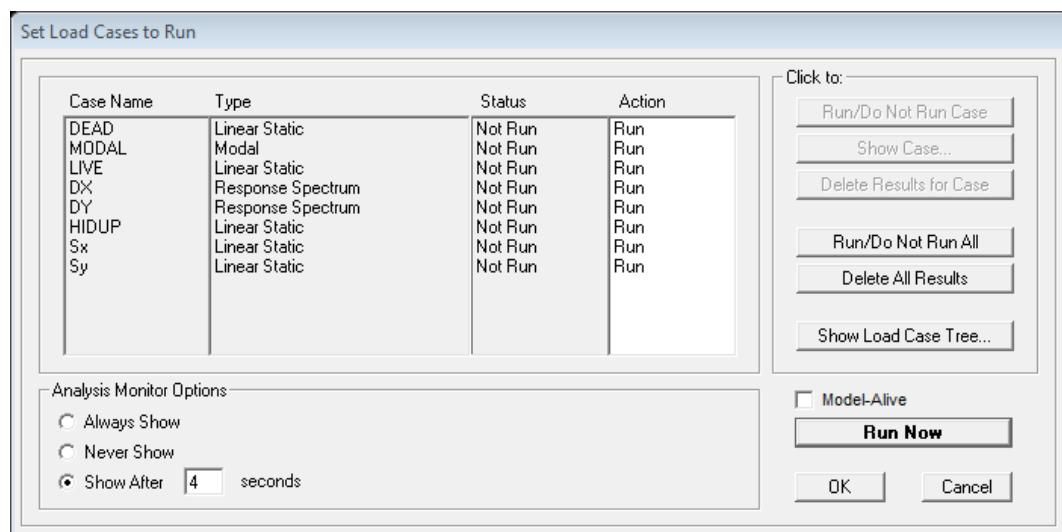
Untuk beban gempa dengan respon spektrum arah X dan Y, diinput dengan klik “add new load case” kemudian akan muncul kotak dialog seperti gambar 3.21



Gambar 3.21 *Load Cases Data-Response Spectrum* pada SAP2000  
 Sumber: Hasil Analisis, 2021

Pada load case type pilih “respon spektrum” kemudian rubah load case name menjadi “DX” untuk notasi gempa dinamis arah x dan “DY” untuk notasi gempa dinamis arah y, kemudian pada load name pilih U1 untuk beban gempa arah x dan U2 untuk beban gempa arah y, lalu klik ok, maka beban gempa dinamis telah terinput.

Tampilan set load cases to run yang terdiri dari beban mati, beban hidup dan beban gempa sebelum dilakukan run analisys dapat dilihat pada gambar 3.22



Gambar 3.22 *Run Analisys* pada SAP2000  
Sumber:Hasil Analisis,2021