

BAB IV

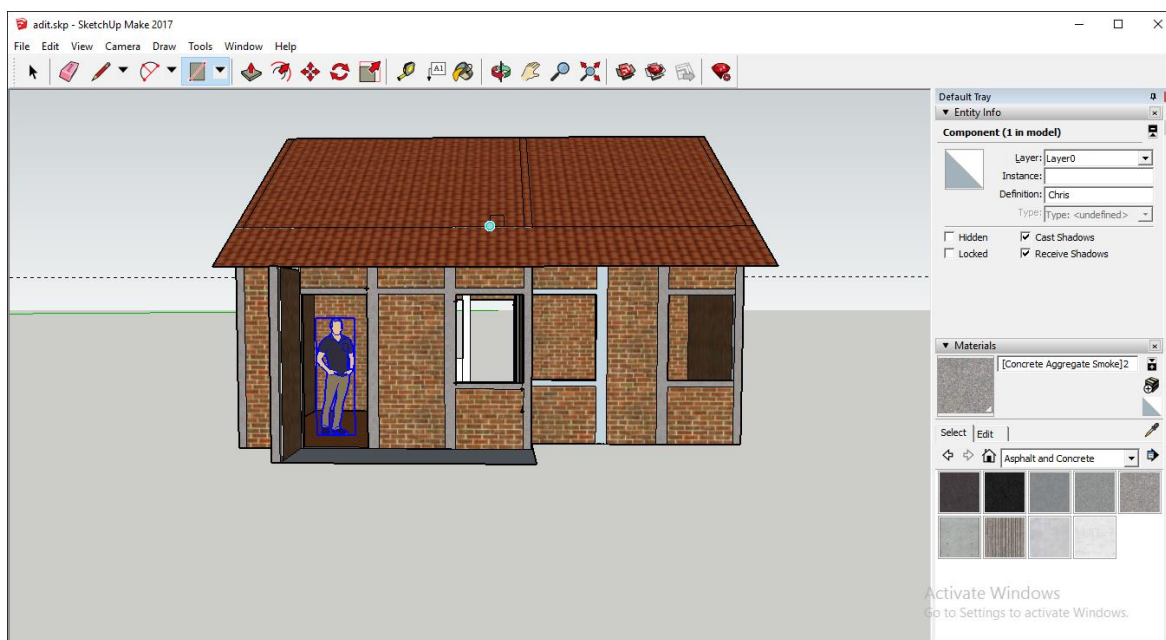
PEMBAHASAN

4.1 Berat Lantai dan Kekakuan Dinding

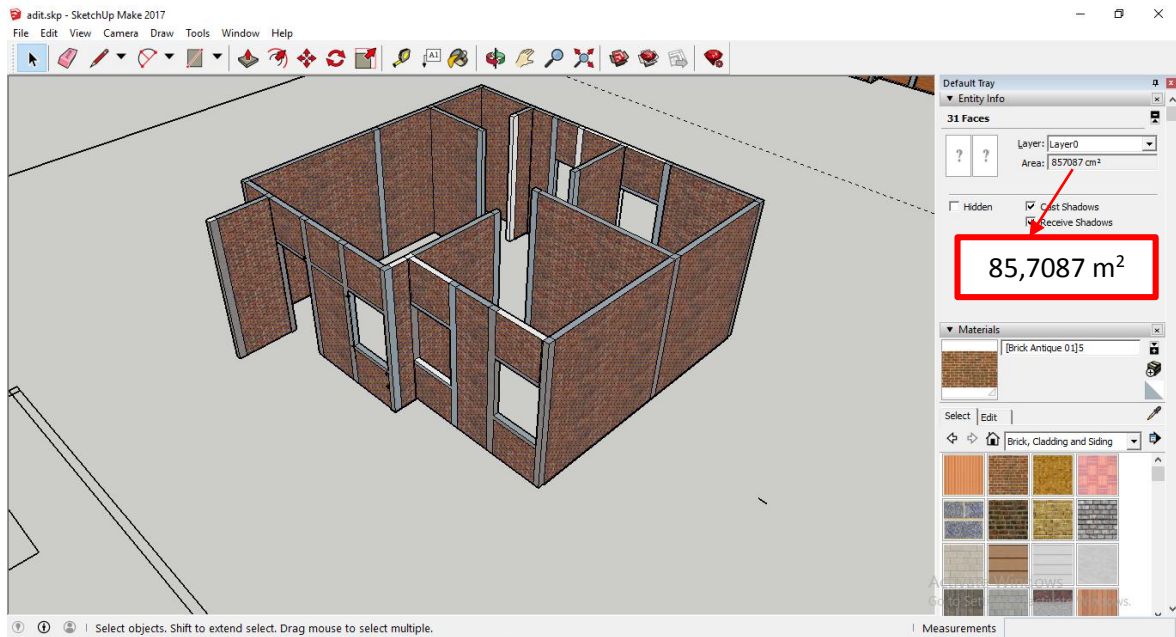
Perhitungan berat lantai dilakukan dengan bantuan visualisasi program SketchUp sehingga perhitungan luas dapat dilakukan lebih teliti. Perhitungan luas yang didapat dari software SketchUp digunakan sebagai perhitungan beban bangunan.

4.1.1 Beban Lantai

Perhitungan beban lantai dilakukan dengan menghitung luas menggunakan *sketchup* dengan menghitung luas komponen pada menu *entity info* di sisi kanan. Contoh cara melihat luas komponen balok lantai pada program *sketchup* dapat dilihat pada Gambar 4.2. Luas komponen yang didapat dikalikan dengan panjang sisi lainnya sehingga mendapat volume komponen yang ditinjau. Volume yang didapat dikalikan dengan berat volume, sehingga didapat berat komponen.

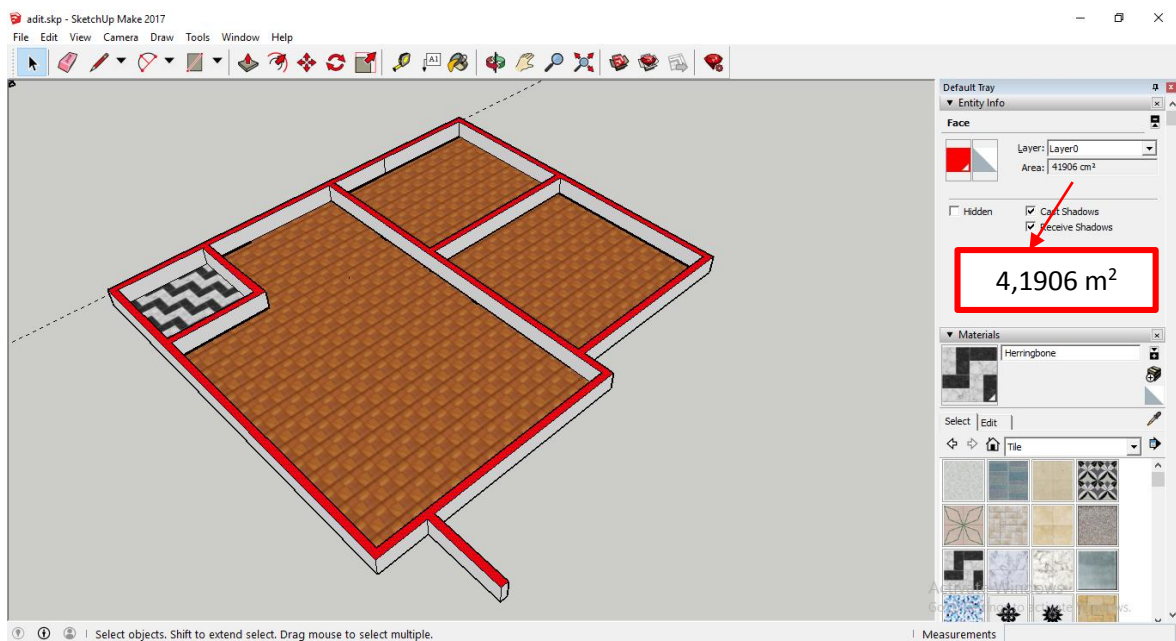


Gambar 4.1 Visualisasi rumah keseluruhan



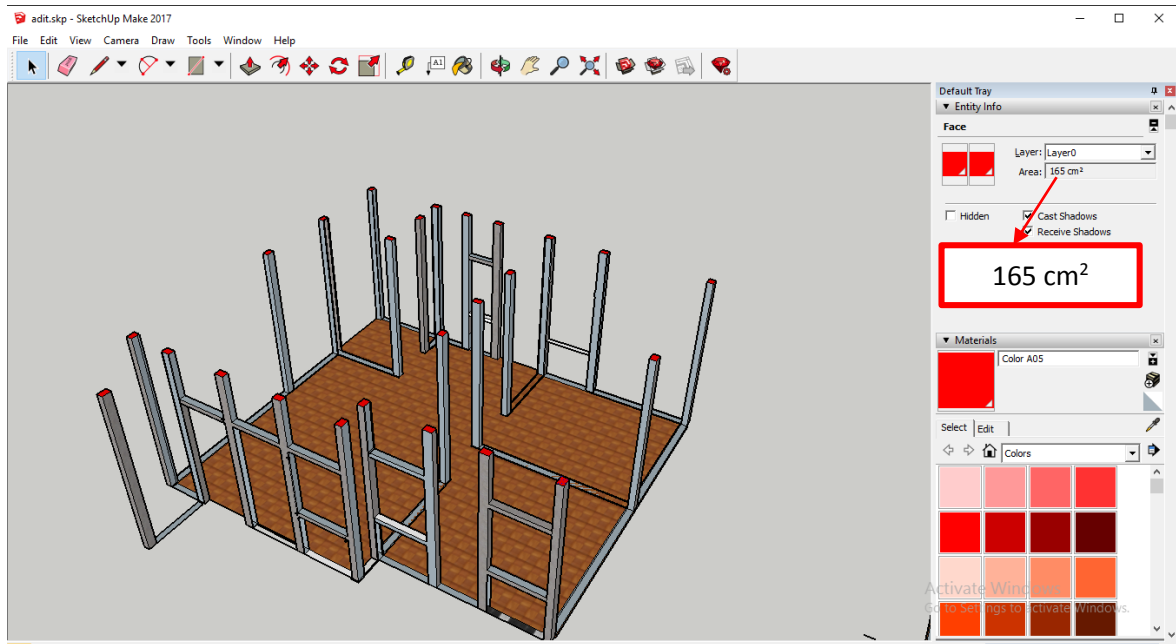
Gambar 4.2 Perhitungan luas dinding pada *sketchup* (kotak merah)

Perhitungan dilakukan dengan memilih seluruh bagian dinding lalu dapat dilihat pada *entity info*. Luas keseluruhan dinding didapat 85,7087 m².



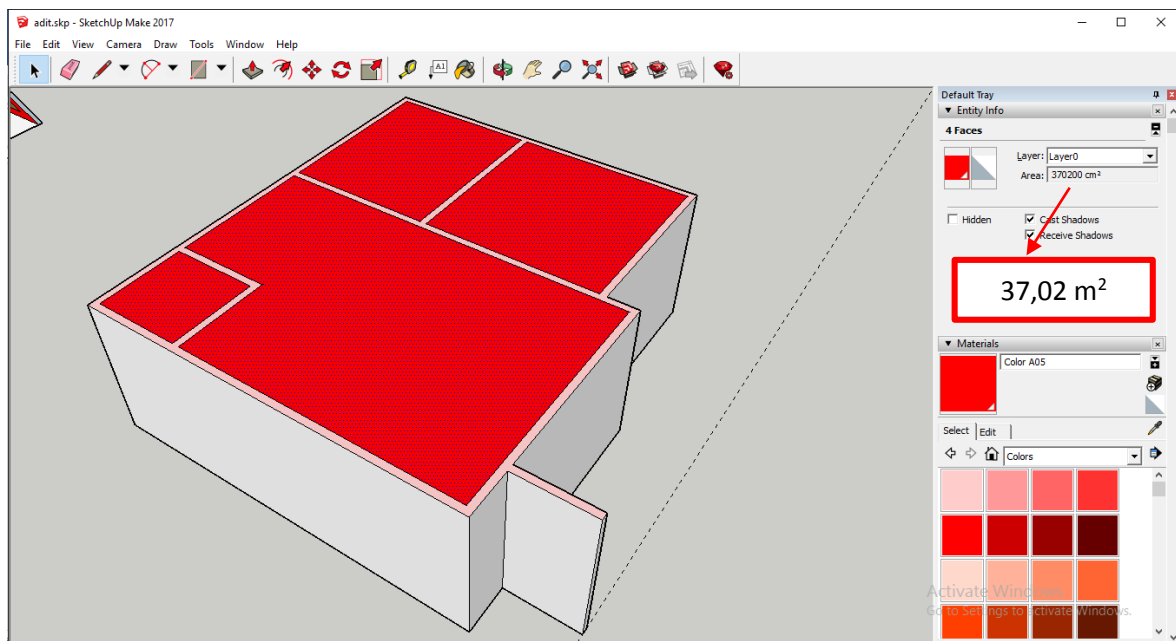
Gambar 4.3 Perhitungan luas balok pada *sketchup* (kotak merah)

Luas keseluruhan balok sisi atas didapat 4,1096 m².



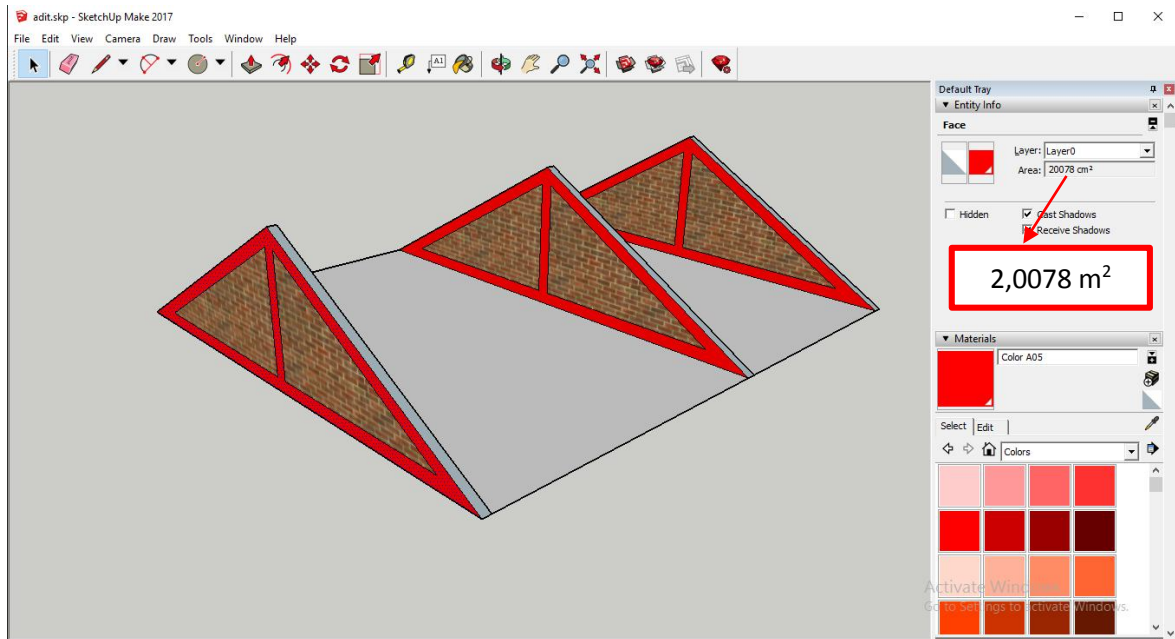
Gambar 4.4 Perhitungan luas sisi atas kolom pada sketchup (kotak merah)

Luas sisi atas satu kolom 165 cm^2 . Jumlah kolom yaitu 25 sehingga luas total sisi atas kolom sama dengan $165 \times 25 = 4125 \text{ cm}^2$ atau $0,4125 \text{ m}^2$.

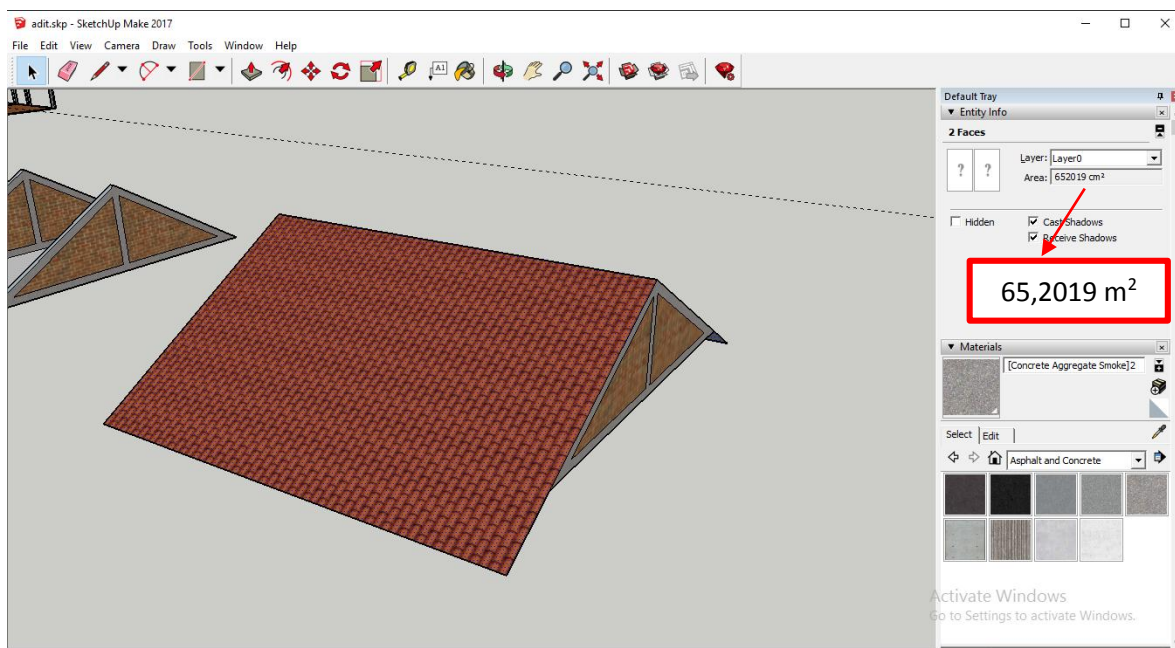


Gambar 4.5 Perhitungan luas sisi plafond kolom pada sketchup (kotak merah)

Luas sisi plafon $37,02 \text{ m}^2$.



Gambar 4.6 Perhitungan luas beton pada gewel (kotak merah)
Luas sisi beton pada gewel 2,0078 m²



Gambar 4.7 Perhitungan luas atap
Luas penutup atap 65,2019 m².

Berat beban yang didapat kemudian dikali dengan faktor beban rencana metode ultimit.
Perhitungan berat beban lantai 1 adalah sebagai berikut:

Beban Mati:

- ½ Kolom lt. 1	= 0,5 x 3 x 0,4125 m ²	x 2400 kg/m ³	= 1485 kg
- ½ Dinding lt 1	= 0,5 x 0,11 x 85,7087 m ²	x 1692 kg/m ³	= 9080,3 kg
- Balok	= 0,15 x 4,1906 m ²	x 2400 kg/m ³	= 1508,616 kg
- Beton atap	= 0,11 x 2,0078 m ²	x 2400 kg/m	= 530,0592 kg
- Plafond + penggantung	= 37,02 m ²	x 18 kg/m ²	= 666,36 kg
- Genteng, reng, dan usuk	= 65,202 m ²	x 50 kg/m ²	= 3260,095 kg
- M&E	= 37,02 m ²	x 20 kg/m ²	= 740,4 kg

Total Beban Mati = **17270,830**

kg**Beban Hidup:**

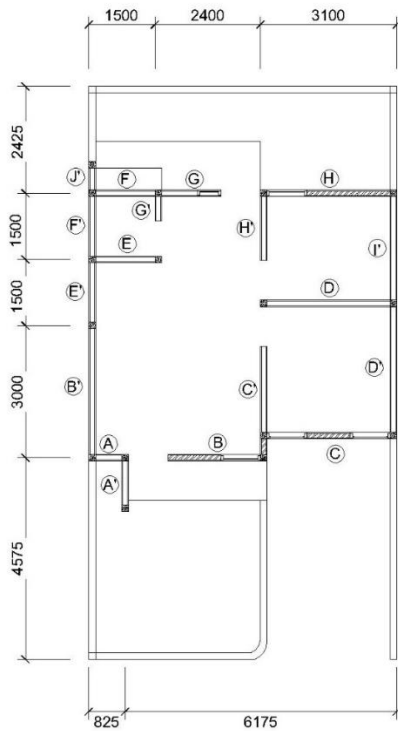
- Beban manusia di 25 titik temu kolom	= 25	x 100 kg	= 2500 kg
- Untuk atap	= 48 x 100kg/m ²		= 4800 kg

Total Beban Hidup = **7300 kg**

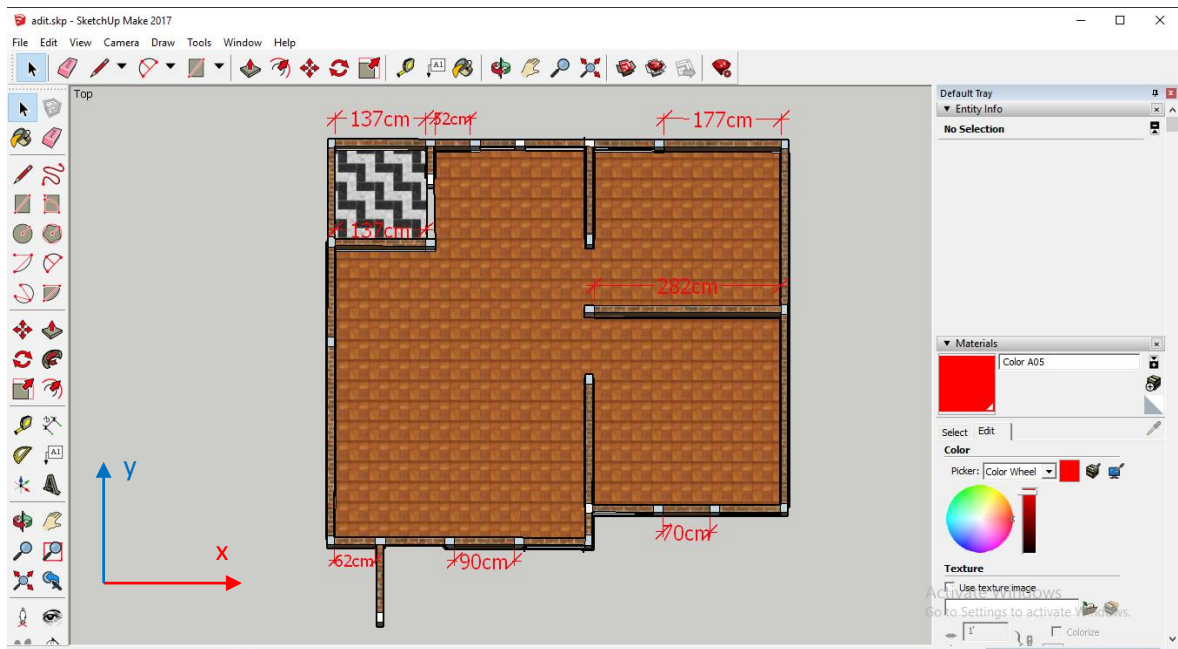
Beban Total Lantai 1 = 1,2 x Beban Mati + 1,6 x Beban Hidup
 = 1,2 x 17270,83 + 1,6 x 7300 = **32405 kg**

4.1.2 Kekakuan struktur

Kekakuan dinding untuk satu lantai didapatkan menggunakan persamaan 2-1 sedangkan kekakuan kolom dapat digunakan persamaan 2-2. Masing-masing dijumlahkan menjadi kekakuan ekuivalen. Modulus elastisitas batu bata sebesar $E = 2206,89 \text{ kg/cm}^2$ dan modulus geser $G_m = 856,05 \text{ kg/cm}^2$.



Gambar 4.8 Penamaan panel dinding



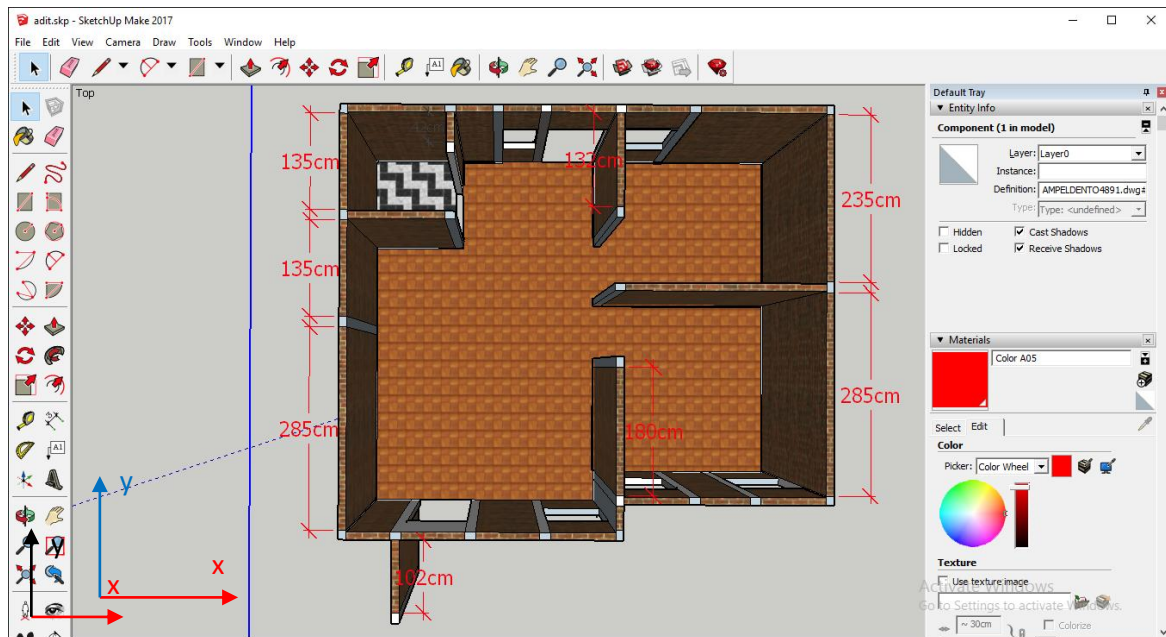
Gambar 4.9 Dimensi dinding searah X
Perhitungan dinding A pada arah x:

$$k = \frac{1}{\frac{h_{eff}^3}{12E_m I_g} + \frac{h_{eff}}{A_v G_m}} = \frac{1}{\frac{300^3}{12 \times 2206,89 \times \frac{11 \times 62^3}{12}} + \frac{300}{682 \times 856,05}} = 193,027 \text{ kg/cm}$$

Tabel 4.1 Tabel perhitungan kekakuan dinding lantai 1 terhadap sumbu y

Label	l	w	A	I _y = 1/12 I ³ .w	h	k
	cm	Cm	cm ²	cm ⁴	cm	kg/cm
A	62	11	682	218467.333	300	193.027
B	90	11	990	668250.000	300	532.010
C	70	11	770	314416.667	300	270.435
D	282	11	3102	20556954.000	300	6151.194
E	137	11	1507	2357073.583	300	1503.560
F	137	11	1507	2357073.583	300	1503.560
G	52	11	572	128890.667	300	117.333
H	177	11	1947	5083130.250	300	2627.670
					K_{ty}	12898.788

Kekakuan masing-masing dinding dijumlahkan, didapatkan kekakuan dinding total terhadap sumbu y sebesar 12898.788 kg/cm.



Gambar 4.10 Dimensi dinding searah sumbu y

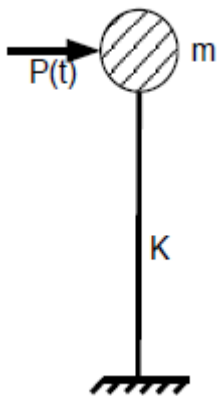
Tabel 4.2 Perhitungan kekakuan dinding terhadap sumbu x

No	l	w	A	$I_x=1/12 I^3.w$	h	k
	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm	kg/cm
A'	102	11	1122	972774	300	735.072
B'	285	11	3135	21220031.25	300	6256.604
C'	180	11	1980	5346000	300	2719.586
D'	285	11	3135	21220031.25	300	6256.604
E	135	11	1485	2255343.75	300	1453.396
F'	135	11	1485	2255343.75	301	1442.240
G'	55	12	660	166375	302	147.366
H'	132	13	1716	2491632	303	1592.744
I'	235	14	3290	15140854.17	304	5617.813
					k_{tx}	26221.424

Kekakuan dinding arah y total semua dinding didapatkan sebesar 26221,424 kg/cm dari menjumlahkan kekakuan masing-masing dinding.

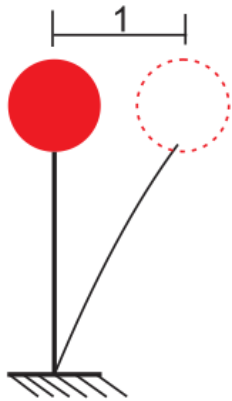
4.2 Analisis Dinamik SDOF

Analisis dinamik satu derajat kebebasan membentuk sebuah *mode shape* dimana titik pusat terjadi simpangan maksimum.



Gambar 4.11 Model SDOF

Mode shape yang terjadi pada bangunan rumah satu lantai dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Mode shape satu derajat kebebasan

4.2.1 Arah x

Dengan memperhitungkan gravitasi sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$, beban lantai satu sebesar 32405 kg sama dengan $m_1 = 33,032 \text{ kgs}^2/\text{cm}$. Kekakuan ekivalen struktur $k_{ey} = 12898,79 \text{ kg/cm}$. Variabel m_1 dan k_{ey} dimasukkan pada persamaan (2-6) untuk mendapatkan frekuensi natural ω_{ny} .

Frekuensi natural ω_n struktur :

$$\omega_{ny} = \sqrt{\frac{12898,79}{33,032}}$$

$$= 19,76 \text{ rad/detik}$$

Periode natural T_n struktur :

$$T_{ny} = \frac{2\pi}{19,76} = 0,159 \text{ detik}$$

Perhitungan gaya gempa menggunakan data dari respon spektrum pada bab 2.7.1.

Data-data yang digunakan untuk menghitung gaya gempa :

- SDS (g) = 0,564
- SD1 (g) = 0,322
- T0 (detik) = 0,114
- TS (detik) = 0,57
- I = 1
- R = 1,5
- Tn = 0,159 detik

Koefisien respon seismik dengan $g = 981 \text{ cm/s}^2$

$$- C_{s1} = \text{SDS}(g) / (R/I) = 0,564 (981) / (1,5/1)$$

$$\begin{aligned}
 &= 368,856 \\
 - \quad C_{sa} &= SD1(g) / T_n.(R/I) = 0,322 (981) / 0,159 (1,5/1) \\
 &= 1324,61 \\
 - \quad C_{sb} &= 0.044. SDS (g). I = 0,044. 0,564. 981. 1 \\
 &= 24,345
 \end{aligned}$$

Syarat : $C_{sb} < C_{s1} < C_{sa}$, memenuhi syarat.

Gaya geser dasar V :

$$\begin{aligned}
 - \quad V &= C_{s1} W = 368,856 . 33,033 \\
 &= 12184,28 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Faktor distribusi vertikal C_{vy} :

$$- \quad C_{vy} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_1^n w_1 h_1^k} = \frac{33,033 . 300}{33,033 . 300} = 1$$

Gaya gempa vertikal F_y dengan $C_{vy} = 1$

$$\begin{aligned}
 - \quad F_y &= C_{vy} V = 1 \times 12184,28 \\
 &= 12184,28 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Gaya gempa didistribusikan ke masing-masing dinding sesuai dengan persentase kekakuan dinding terhadap kekakuan ekuivalen. Hasil persentase dikalikan dengan gaya geser dasar sebesar 12184,28 kg (100%). Gaya gempa yang diterima masing-masing dinding dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 *Gaya gempa pada dinding searah sumbu x*

Dinding	$\frac{k_y}{\text{kg/cm}}$	$\frac{k}{k_e} \times 100\%$	$\frac{F_y}{\text{Kg}}$
A	193.027	1.496%	182.34
B	532.010	4.124%	502.54
C	270.435	2.097%	255.45
D	6151.194	47.688%	5810.46
E	1503.560	11.657%	1420.27
F	1503.560	11.657%	1420.27
G	117.333	0.910%	110.83
H	2627.670	20.371%	2482.11
Jumlah		100%	12184.28

4.2.2 Arah y

Dengan memperhitungkan gravitasi sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$, beban lantai satu sebesar 32405 kg sama dengan $m_1 = 33,032 \text{ kgs}^2/\text{cm}$. Kekakuan ekivalen struktur $k_{ex} = 26221,42 \text{ kg/cm}$. Variabel m_1 dan k_{ex} dimasukkan pada persamaan (2-6) untuk mendapatkan frekuensi natural ω_{nx} .

Frekuensi natural ω_n struktur :

$$\omega_{nx} = \sqrt{\frac{26221,42}{33,033}}$$

$$= 28,17 \text{ rad/detik}$$

Periode natural T_n struktur :

$$T_{nx} = \frac{2\pi}{28,17} = 0,112 \text{ detik}$$

Perhitungan gaya gempa menggunakan data dari respon spektrum pada bab 2.7.1. Data-data yang digunakan untuk menghitung gaya gempa :

- SDS (g) = 0,564
- SD1 (g) = 0,322

- T_0 (detik) = 0,114
- T_S (detik) = 0,57
- $I = 1$
- $R = 1,5$
- $T_n = 0,136$ rad/detik

Koefisien respon seismik

- $C_{s1} = SDS(g) / (R/I) = 0,564 (981) / (1,5/1)$
 $= 368,856$
- $C_{sa} = SD1(g) / T_n \cdot (R/I) = 0,322 (981) / 0,136 (1,5/1)$
 $= 1888,6$
- $C_{sb} = 0,044 \cdot SDS (g) \cdot I = 0,044 \cdot 0,564 \cdot 9,81 \cdot 1$
 $= 24,345$

Syarat : $C_{sb} < C_{s1} < C_{sa}$, memenuhi syarat.

Gaya geser dasar V :

- $V_x = C_{s1} W = 368,856 \cdot 33,033$
 $= 12184,28$ kg

Faktor distribusi vertikal C_{vx} :

- $C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_1^n w_1 h_1^k} = \frac{33,033 \cdot 300}{33,033 \cdot 300} = 1$

Gaya gempa vertikal F_x dengan $C_{vx} = 1$

- $F_x = C_{vx} V = 1 \times 12184,28$
 $= 12184,28$ kg

Gaya gempa didistribusikan ke masing-masing dinding sesuai dengan persentase kekakuan dinding terhadap kekakuan ekuivalen. Hasil persentase dikalikan dengan gaya

geser dasar sebesar 12283,64 kg (100%). Gaya gempa yang diterima masing-masing dinding dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 *Gaya gempa pada dinding arah y*

Dinding	k_x	$\frac{k}{k_e} \times 100\%$	F_x
	kg/cm		Kg
A'	735.072	2.803%	341,57
B'	6256.604	23.861%	2907,25
C'	2719.586	10.372%	1263,71
D'	6256.604	23.861%	2907,25
E'	1453.396	5.543%	675,35
F'	1442.240	5.500%	670,16
G'	147.366	0.562%	68,48
H'	1592.744	6.074%	740,10
I'	5617.813	21.425%	2610,42
Jumlah		100%	12184,28

Gaya gempa yang terjadi pada arah sumbu x positif dan y positif sebesar 12184,28kg

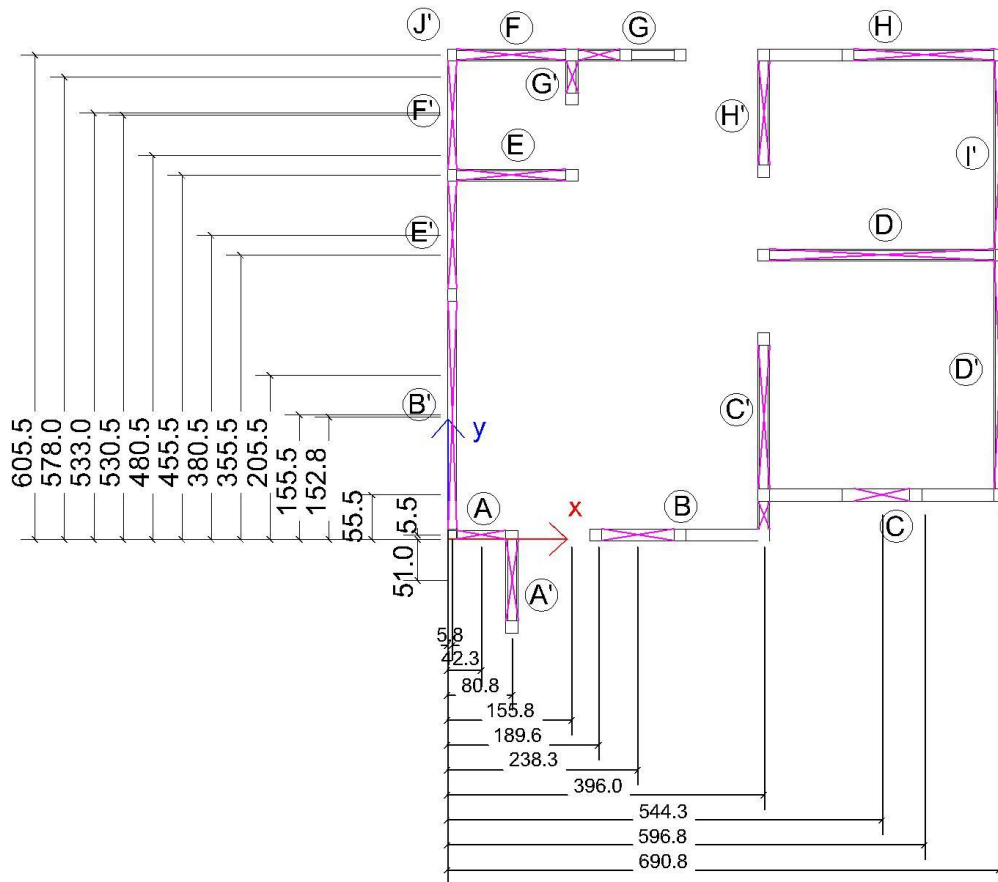
4.3 Tegangan Dinding

Gaya gempa terdistribusi pada setiap dinding sehingga masing-masing memiliki tegangan akibat gaya gempa yang terjadi. Gaya gempa terjadi searah longitudinal dengan masing-masing dinding dengan besar gaya yang berbeda akibat perbedaan berat masing-masing dinding. Di samping itu, tidak simetrisnya bangunan menyebabkan terjadinya eksentrisitas yang dapat menimbulkan momen pada bangunan sehingga tegangan pada dinding bertambah akibat adanya punter yang terjadi pada bangunan.

4.3.1 Eksentrisitas

Bentuk rumah yang tidak simetris menyebabkan pusat gaya yang bekerja tidak terjadi pada pusat kekakuan. Hal ini mengakibatkan timbul adanya puntir pada bangunan, sehingga terjadi momen puntir pada bangunan. Untuk mengetahui eksentrisitas yang terjadi, perlu diketahui pusat massa dan kekakuan. Untuk mengetahui hal tersebut,

dilakukan perkalian antara pusat massa maupun kekakuan dengan jarak dari sumbu acuan 0,0 (x,y) pada titik O (lih. Gambar 4.13).



Gambar 4.13 Jarak antar pusat masa dan pusat kekakuan dinding terhadap sumbu (0,0)

Tabel 4.5 *Perhitungan titik pusat berat bangunan dinding searah sumbu x*

Label	x (cm)	y (cm)	A (cm²)	Berat (kg)	x x Berat	y x Berat	Keterangan
A	42. 3	5.5	682	665.47	28149.3 2	3660.08	Dinding searah sumbu x
B	238 .3	5.5	990	966.00	230198. 4	5313.01	Dinding searah sumbu x
C	544 .3	55.5	770	751.34	408951. 8	41699.12	Dinding searah sumbu x
D	544 .3	355.5	3102	3026.81	1647491 .	1076030. 4	Dinding searah sumbu x
E	80. 8	455.5	1507	1470.47	118814. 0	669799.4 5	Dinding searah sumbu x
F	80. 8	605.5	1507	1470.47	118814. 0	890370.0 6	Dinding searah sumbu x
G	189 .6	605.5	572	558.13	105822. 3	337950.6 8	Dinding searah sumbu x
H	596 .8	605.5	1947	1899.81	1133803 .	1150332. 1	Dinding searah sumbu x
A'	80. 8	-51	1122	1094.8	88460.1	-55835.0	Dinding searah sumbu y
B'	5.5	155.8	3135	3059.0	16824.5	476593.5	Dinding searah sumbu y
C'	396	152.8	1980	1932.0	765074. 1	295210.4	Dinding searah sumbu y
D'	690 .8	205.5	3135	3059.0	2113163 .	628626.3	Dinding searah sumbu y
E'	5.5	380.5	1485	1449.0	7969.5	551346.0	Dinding searah sumbu y
F'	5.5	530.5	1485	1449.0	7969.5	768696.7	Dinding searah sumbu y

G'	155 .8	578	660	644.0	100335. 5	372233.0	Dinding searah sumbu y
H'	396	533	1716	1674.4	663064. 3	892457.7	Dinding searah sumbu y
I'	690 .8	480.5	3290	3210.3	2217641 .	1542525. 8	Dinding searah sumbu y
		Σ	29085	32405	1115854 6	1101520 3	

Titik pusat berat bangunan dihitung dengan :

$$X_{cm} = \frac{\Sigma \text{Jarak titik pusat X} \times \text{Berat}}{\Sigma \text{Berat total}} = \frac{11158546}{32405} = 344,35 \text{ cm dari titik acuan}$$

$$Y_{cm} = \frac{\Sigma \text{Jarak titik pusat Y} \times \text{Berat}}{\Sigma \text{Berat total}} = \frac{11015203}{32405} = 339,92 \text{ cm dari titik acuan}$$

Tabel 4.6 Perhitungan jarak titik pusat kekakuan bangunan

Dinding	x (cm)	y (cm)	Kekakuan		x x Kekakuan	y x kekakuan
			arah sumbu x (Kg/cm)	arah sumbu y (kg/cm)		
A	42.3	5.5	193.03	-	8165.06	-
B	238.3	5.5	532.01	-	126777.94	-
C	544.3	55.5	270.43	-	147197.73	-
D	544.3	355.5	6151.19	-	3348094.86	-
E	80.8	455.5	1503.56	-	121487.61	-
F	80.8	605.5	1503.56	-	121487.61	-
G	189.6	605.5	117.33	-	22246.37	-
H	596.8	605.5	2627.67	-	1568193.16	-
A'	80.8	-51	-	735.07	-	-37488.69
B'	5.5	155.8	-	6256.60	-	974778.93
C'	396	152.8	-	2719.59	-	415552.67
D'	690.8	205.5	-	6256.60	-	1285732.16
E'	5.5	380.5	-	1453.40	-	553017.08
F'	5.5	530.5	-	1442.24	-	765108.08
G'	155.8	578	-	147.37	-	85177.53
H'	396	533	-	1592.74	-	848932.52
I'	690.8	480.5	-	5617.81	-	2699359.03
		Σ	12898.788	26221.424	5463650.332	7590169.308

Titik pusat kekakuan lantai dihitung dengan :

$$X = \frac{\Sigma \text{Jarak titik pusat X x Kekakuan}}{\Sigma \text{Kekakuan dinding}} = \frac{5463650,3}{12898,788} = 423,58 \text{ cm dari titik acuan O}$$

$$Y = \frac{\Sigma \text{Jarak titik pusat Y x Kekakuan}}{\Sigma \text{Kekakuan dinding}} = \frac{7590169,31}{26221,424} = 289,46 \text{ cm dari titik acuan O}$$

Eksentrisitas titik pusat kekakuan sebagai titik (0,0) :

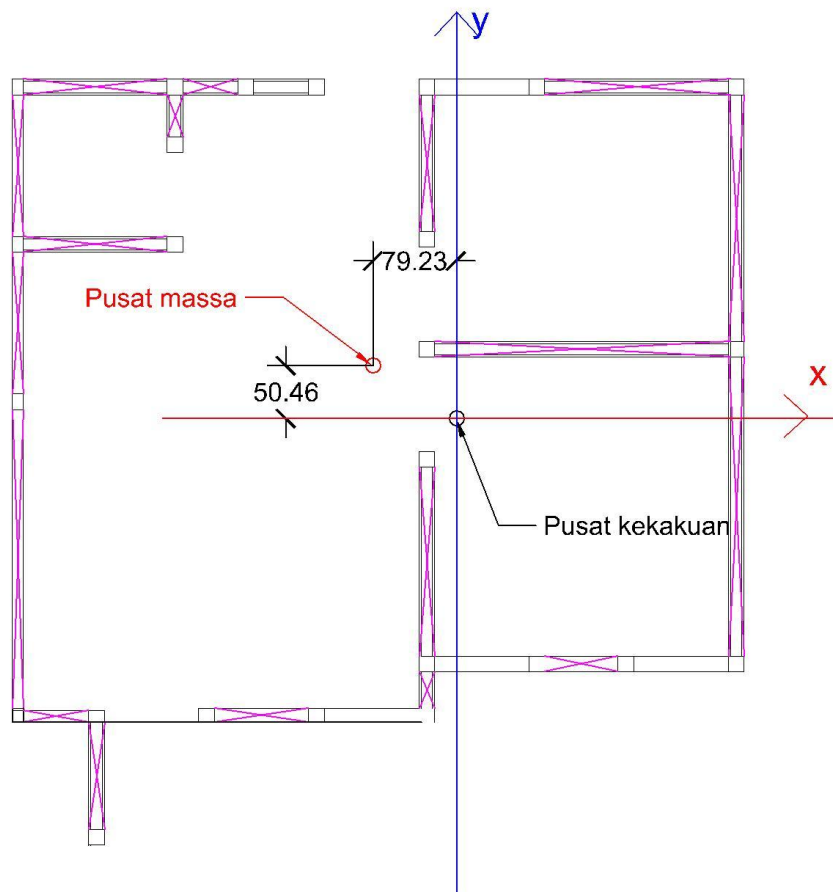
$$- x = 344,35 - 423,58$$

$$= -79,23 \text{ cm (sumbu } x \text{ negatif)}$$

$$- y = 339,92 - 289,46$$

$$= 50,46 \text{ cm (atas sumbu } y \text{ positif)}$$

Eksentrisitas yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 4.14. Titik koordinat sumbu x,y (0,0) di tempatkan pada titik pusat kekakuan bangunan.



Gambar 4.14 Eksentrisitas bangunan

Tidak pada titik yang sama, pusat kekakuan dan pusat massa menyebabkan bangunan mengalami torsi. Eksentrisitas yang ditimbulkan yaitu, searah sumbu x sama dengan -79,23 cm, searah sumbu y sama dengan 50,46 cm.

Akibat pusat masa yang terletak pada koordinat (-79,23 ; 50,46) terjadi momen torsi dengan perhitungan :

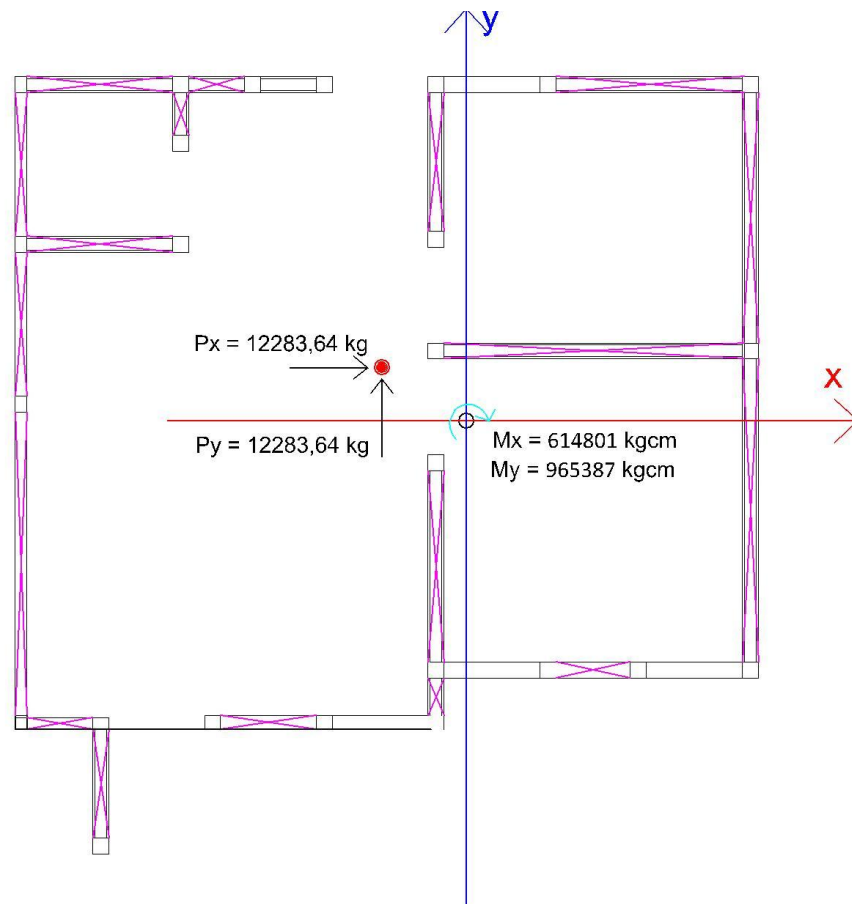
$$- M_x = F_x \times 50,46$$

$$= 12184,28 \times 50,46 = 614801 \text{ kgcm (searah jarum jam)}$$

$$- M_y = F_y \times -79,23$$

$$= 12184,28 \times -79,23 = 965387 \text{ kgcm (searah jarum jam)}$$

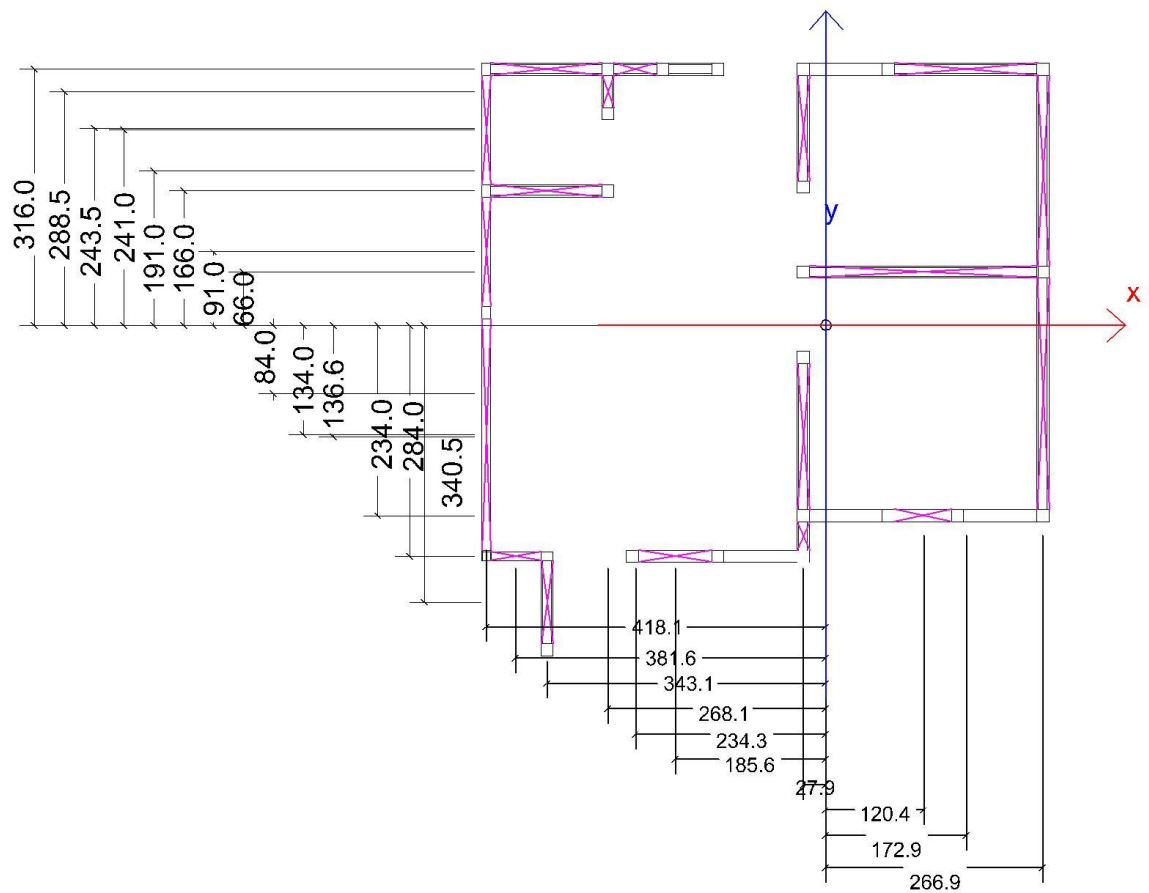
Gambar 4.15 Menjelaskan arah gaya dan momen yang terjadi akibat eksentrisitas.



Gambar 4.16 Momen akibat eksentrisitas

4.3.2 Distribusi Tegangan

Tegangan geser yang terjadi akibat gaya gempa murni (V) pada bab 4.2 ditambah lagi oleh gaya akibat momen torsi yang muncul akibat eksentrisitas (M). Dengan pusat kekakuan sebagai titik acuan, momen yang terjadi di distribusikan ke setiap dinding dengan jarak dari titik pusat kekakuan terhadap titik pusat elemen dinding (lih. Gambar 4.16). Distribusi gaya yang terjadi sesuai dengan arah dinding terhadap arah gaya. Gaya geser yang terjadi akibat momen dinotasikan V_m . Setelah itu gaya geser dapat dijumlah pada setiap dinding (selengkapnya lih. Tabel 4.9).



Gambar 4.17 Jarak titik pusat kekakuan ke setiap elemen dinding

Tabel 4.7 Distribusi gaya pada dinding searah sumbu x 100%

Dinding	F (kg)	y (cm)	k (kg/cm)	$k x y^2$	$F_m = \frac{M_y \cdot y \cdot k}{\sum(k x y^2)}$	$F + F_m$
A	182	-284	193	15568823	-60	123
B	503	-284	532	42909783	-164	338
C	255	-234	270	14807934	-69	187
D	5810	66	6151	26794601	441	6252
E	1420	166	1504	41432086	271	1691
F	1420	316	1504	150139439	516	1937
G	111	316	117	11716420	40	151
H	2482	316	2628	262388566	902	3384
$\Sigma=565757651$						

Tabel 4.8 *Distribusi gaya pada dinding searah sumbu y 100%*

Dinding	V (kg)	x (cm)	k (kg/cm)	$k \times x^2$	$V_m = \frac{M_x \times x \times k}{\sum(k \times x^2)}$	$V + V_m$
A'	342	-343	735	86530967	-96	246
B'	2907	-418	6257	1093702021	-992	1915
C'	1264	-28	2720	2116953	-29	1235
D'	2907	267	6257	445693014	633	3540
E'	675	-418	1453	254064638	-230	445
F'	670	-418	1442	252114448	-229	442
G'	68	-268	147	10592314	-15	53
H'	740	-28	1593	1239808	-17	723
I'	2610	267	5618	400188318	568	3179
$\Sigma=2546242481$						

Tabel 4.9 *Tegangan geser dinding*

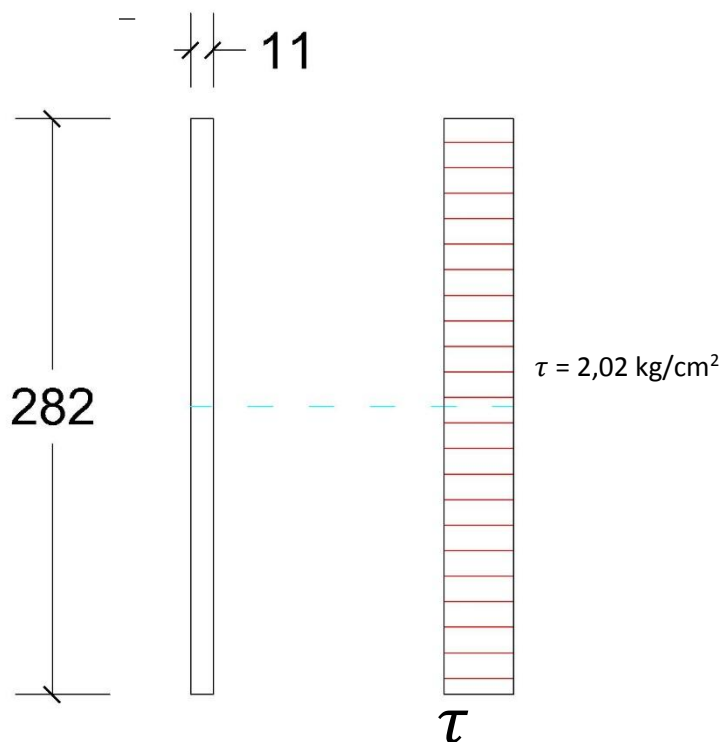
Dinding	$F + F_m$ (kg)	b (cm)	h (cm)	$\tau = \frac{F + F_m}{(b \times h)}$ (kg/cm ²)
A	123	11	62	0.18
B	338	11	90	0.34
C	187	11	70	0.24
D	6252	11	282	2.02
E	1691	11	137	1.12
F	1937	11	137	1.29
G	151	11	52	0.26
H	3384	11	177	1.74
A'	246	11	102	0.22
B'	1915	11	285	0.61
C'	1235	11	180	0.62
D'	3540	11	285	1.13
E'	445	11	135	0.30

F'	442	11	135	0.30
G'	53	11	55	0.09
H'	723	11	132	0.50
I'	3179	11	235	1.23

Perhitungan akan fokus pada dinding yang memiliki tegangan geser paling besar yaitu dinding D. Tegangan geser yang terjadi sebesar $2,015 \text{ kg/cm}^2$, diagram tegangan geser dinding D dapat dilihat pada Gambar 4.18

Perhitungan tegangan geser dinding D :

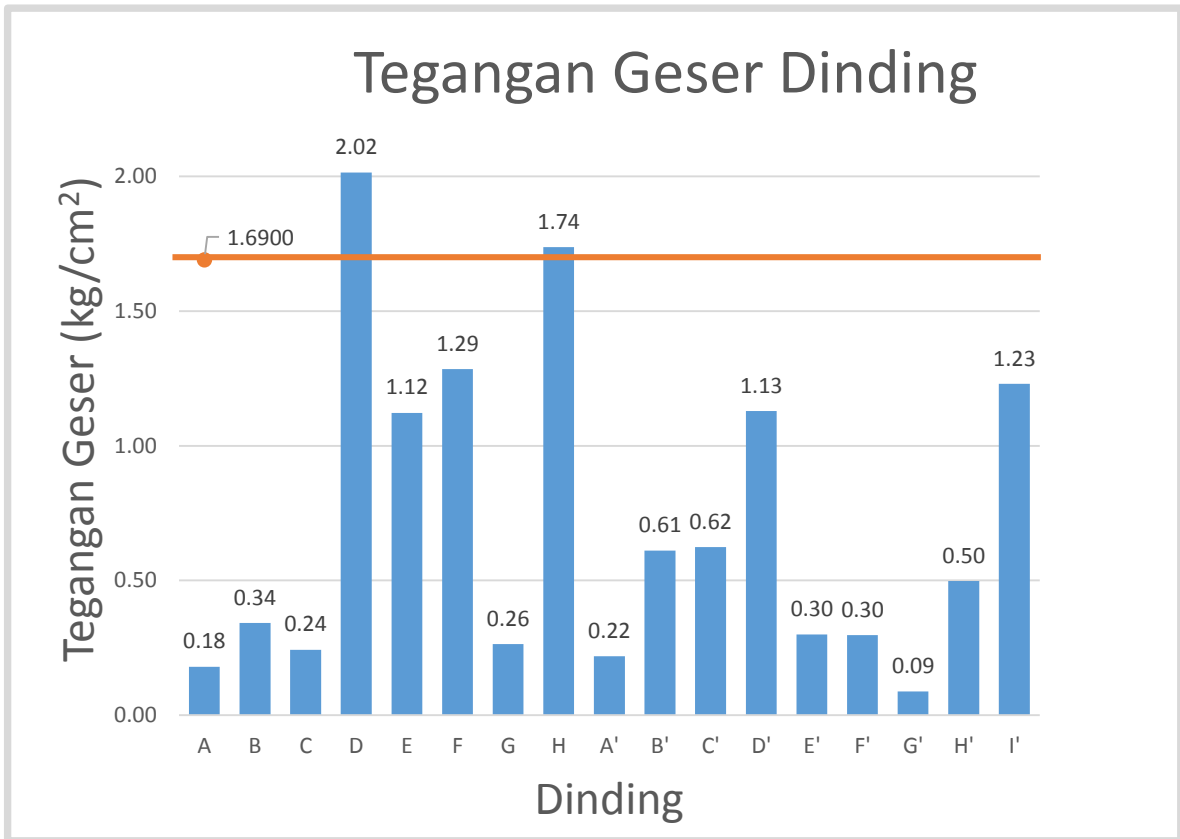
$$\tau = \frac{(F + F_m) \cdot}{b \times h} = \frac{(6252)}{11 \times 282} = 2,02 \text{ kg/cm}^2$$



Gambar 4.18 Diagram tegangan geser dinding D

Hasil perhitungan tegangan geser pada dinding pasangan bata merah Jalan Ampeldento tipe 49/91 di diinterpretasikan dalam Gambar 4.19. Tegangan dinding D memiliki tegangan geser terbesar dan dapat dilihat bahwa pada penelitian terdahulu,

tegangan geser yang terjadi pada dinding pasangan bata merah asal Tulungagung maksimum dengan rata-rata $1,69 \text{ kg/cm}^2$.



Gambar 4.19 Grafik tegangan geser dinding dan syarat batas tegangan

Dari grafik pada Gambar 4.19, dapat dilihat bahwa dinding D dengan dimensi dinding yang paling besar diantar dinding lainnya, memiliki tegangan paling besar dan berada diatas syarat batas keruntuhan. Dinding D mengalami keruntuhan dengan tegangan geser sebesar $2,02 \text{ kg/cm}^2$. Dinding H juga melebihi batas keruntuhan dengan tegangan geser sebesar $1,74 \text{ kg/cm}^2$.