

**LAMPIRAN - LAMPIRAN**



## LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar bimbingan skripsi

Nama : Fikri Nur Syarifudin

NIM : 201969010027

Jurusan : Teknik Sipil

Konsentrasi : Manajemen Kontruksi

Judul : Analisa Rekayasa Nilai (Value Engineering)

Pekerjaan Struktur Kolom dan Balok Pada Proyek Rumah Tinggal

2 Lantai Sukorejo Pasuruan

<b>Hari</b>	<b>Tanggal</b>	<b>BAB</b>	<b>Materi Bimbingan</b>	<b>Tanda Tangan Pembimbing</b>
Selasa	11/03/2025	Judul	Pengajuan Judul	
Rabu	12/03/2025	Judul	ACC Judul Penelitian	
Senin	17/03/2025	I	Latar Belakang, Rumusan Masalah	
Selasa	18/03/2025	I	Batasan Masalah, Tujuan dan Manfaat penelitian	

<b>Hari</b>	<b>Tanggal</b>	<b>BAB</b>	<b>Materi Bimbingan</b>	<b>Tanda Tangan Pembimbing</b>
Kamis	20/03/2025	II	Penelitian Terdahulu, Landasan Teori	
Senin	24/03/2025	III	Kerangka Pemikiran	
Selasa	25/03/2025	III	Diagram Alur Penelitian	
Rabu	26/03/2025	III	Metode Penelitian	
Senin	21/04/2025	IV	Informasi Umum	
Kamis	15/05/2025	IV	Rekomendasi Value Engineering	
Senin	26/05/2025	IV	Pengaplikasian SAP2000	

<b>Hari</b>	<b>Tanggal</b>	<b>BAB</b>	<b>Materi Bimbingan</b>	<b>Tanda Tangan Pembimbing</b>
Rabu	18/06/2025	IV	Pengaplikasian SAP2000	
Senin	07/07/2025	IV	Hasil dan perhitungan biaya	
Senin	12/07/2025	IV	Hasil dan perhitungan biaya	
Sabtu	19/07/2025	V	Kesimpulan dan saran	

Pasuruan, 19 Juli 2025

Dosen Pembimbing

**Sucipto, ST., MT**

NIP. Y. 069.11.01.061

“HALAMAN SENGAJA DIKOSONGKAN”

## Lampiran 2 Daftar riwayat hidup

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP



#### DATA PRIBADI

Nama : Fikri Nur Syarifudin  
Tempat tanggal lahir : Pasuruan, 23 Februari 2002  
Jenis kelamin : Laki-laki  
Kebangsaan : Indonesia  
Agama : Islam  
Status : Belum menikah  
Perguruan tinggi : Universitas Yudharta Pasuruan  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Sipil  
Email : fikrinursyarifudin@gmail.com  
Alamat : Dusun Wiwitan Barat, Desa Wiwitan,  
Kecamatan Lamasi, Kabupaten Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan

## **RIWAYAT PENDIDIKAN**

- SDN 104 WIWITAN
- SMP NEGERI 1 LAMASI
- MA DARUT TAQWA
- UNIVERSITAS YUDHARTA PASURUAN
- PONDOK PESANTREN NGALAH PURWOSARI

## **RIWAYAT ORGANISASI**

- GMNI YUDHARTA PASURUAN
- HIMPUNAN MAHASISWA TEKNIK SIPIL
- MPK MA DARUT TAQWA
- PAGAR NUSA MA DARUT TAQWA
- PAGAR NUSA PP.NGALAH
- PRAMUKA MA DARUT TAQWA
- LEMBAGA KADER DAKWAH MA DARUT TAQWA
- PKS MA DARUT TAQWA
- BAND BLEWAH MA DARUT TAQWA

Lampiran 3 Tabel *Element Forces – Frames*

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem Text	ElemStation m
3	1,5	COMB1	Combination	-1,853	0,036	-0,026	-2,3539	-0,0134	1,8813	3-1	1,5
3	2	COMB1	Combination	-1,853	1,354	-0,026	-2,3539	-0,0005212	1,5338	3-1	2
3	2,5	COMB1	Combination	-1,853	2,672	-0,026	-2,3539	0,0123	0,5273	3-1	2,5
3	3	COMB1	Combination	-1,853	3,99	-0,026	-2,3539	0,0252	-1,1383	3-1	3
3	3,5	COMB1	Combination	-1,853	5,308	-0,026	-2,3539	0,038	-3,4628	3-1	3,5
3	0	COMB2	Combination	-4,853	-7,802	-0,061	-6,023	-0,1144	-1,8844	3-1	0
3	0,5	COMB2	Combination	-4,853	-5,166	-0,061	-6,023	-0,0838	1,3577	3-1	0,5
3	1	COMB2	Combination	-4,853	-2,53	-0,061	-6,023	-0,0533	3,2817	3-1	1
3	1,5	COMB2	Combination	-4,853	0,106	-0,061	-6,023	-0,0227	3,8878	3-1	1,5
3	2	COMB2	Combination	-4,853	2,742	-0,061	-6,023	0,0079	3,1758	3-1	2
3	2,5	COMB2	Combination	-4,853	5,378	-0,061	-6,023	0,0385	1,1459	3-1	2,5
3	3	COMB2	Combination	-4,853	8,014	-0,061	-6,023	0,069	-2,2021	3-1	3
3	3,5	COMB2	Combination	-4,853	10,65	-0,061	-6,023	0,0996	-6,8681	3-1	3,5
3	0	COMB3	Combination	-5,491	-7,072	-0,047	-5,6843	-0,0739	0,1293	3-1	0
3	0,5	COMB3	Combination	-5,491	-4,342	-0,047	-5,6843	-0,0505	2,9827	3-1	0,5
3	1	COMB3	Combination	-5,491	-1,612	-0,047	-5,6843	-0,027	4,4711	3-1	1
3	1,5	COMB3	Combination	-5,491	1,119	-0,047	-5,6843	-0,0035	4,5943	3-1	1,5
3	2	COMB3	Combination	-5,491	3,849	-0,047	-5,6843	0,0199	3,3525	3-1	2
3	2,5	COMB3	Combination	-5,491	6,579	-0,047	-5,6843	0,0434	0,7456	3-1	2,5
3	3	COMB3	Combination	-5,491	9,309	-0,047	-5,6843	0,0668	-3,2265	3-1	3
3	3,5	COMB3	Combination	-5,491	12,039	-0,047	-5,6843	0,0903	-8,5635	3-1	3,5
3	0	COMB4	Combination	-3,364	-5,576	-0,043	-4,1847	-0,0808	-1,3617	3-1	0
3	0,5	COMB4	Combination	-3,364	-3,693	-0,043	-4,1847	-0,0594	0,9556	3-1	0,5
3	1	COMB4	Combination	-3,364	-1,81	-0,043	-4,1847	-0,038	2,3314	3-1	1
3	1,5	COMB4	Combination	-3,364	0,073	-0,043	-4,1847	-0,0166	2,7658	3-1	1,5
3	2	COMB4	Combination	-3,364	1,956	-0,043	-4,1847	0,0048	2,2588	3-1	2
3	2,5	COMB4	Combination	-3,364	3,838	-0,043	-4,1847	0,0262	0,8103	3-1	2,5
3	3	COMB4	Combination	-3,364	5,721	-0,043	-4,1847	0,0476	-1,5796	3-1	3
3	3,5	COMB4	Combination	-3,364	7,604	-0,043	-4,1847	0,069	-4,9109	3-1	3,5
4	0	COMB1	Combination	-2,016	-4,027	0,029	2,4854	0,069	-2,2233	4-1	0
4	0,5	COMB1	Combination	-2,016	-2,709	0,029	2,4854	0,0545	-0,5394	4-1	0,5
4	1	COMB1	Combination	-2,016	-1,391	0,029	2,4854	0,0399	0,4855	4-1	1
4	1,5	COMB1	Combination	-2,016	-0,073	0,029	2,4854	0,0253	0,8514	4-1	1,5
4	2	COMB1	Combination	-2,016	1,245	0,029	2,4854	0,0107	0,5582	4-1	2
4	2,5	COMB1	Combination	-2,016	2,563	0,029	2,4854	-0,0039	-0,3939	4-1	2,5
4	3	COMB1	Combination	-2,016	3,881	0,029	2,4854	-0,0185	-2,005	4-1	3
4	3,5	COMB1	Combination	-2,016	5,199	0,029	2,4854	-0,033	-4,2752	4-1	3,5
4	0	COMB2	Combination	-5,48	-7,778	0,069	6,2339	0,1606	-3,997	4-1	0
4	0,5	COMB2	Combination	-5,48	-5,142	0,069	6,2339	0,136	-0,7672	4-1	0,5

## Lampiran 4 Tabel Element Forces - Area Shells

TABLE: ElementForces - AreaShells																						
Area	AreaElem	ShellType	Joint	OutputCase	CaseType	F11	F22	F12	FMax	FMin	FAngle	FVM	M11	M22	M12	MMax	MMin	MAngle	V13	V23	VMax	VAngle
Text	Text	Text	Text	Text	Text	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	Degrees	N/mm	N-mm/mm	N-mm/mm	N-mm/mm	N-mm/mm	N-mm/mm	Degrees	N/mm	N/mm	N/mm	Degrees
122	122	Shell-Thin	119	COMB1	Combination	5,274E-16	2,637E-15	-5,208E-15	6,896E-15	-3,732E-15	-50,725	9,339E-15	-1300,17	298,82	-1416,16	1073,16	-2279,51	-61,175	1,28	1,99	2,37	57,215
122	122	Shell-Thin	421	COMB1	Combination	-1,968E-15	-9,842E-15	-3,399E-15	-7,039E-16	-1,111E-14	-20,405	1,077E-14	-367,68	-2129,28	-4468,76	-2589,91	-22360,05	-13,438	1,28	-11,6	11,67	-83,696
122	122	Shell-Thin	441	COMB1	Combination	3,007E-15	1,504E-14	-1,44E-17	1,504E-14	3,007E-15	-89,931	1,378E-14	1076,35	9895,9	-6132,08	13039,17	-2066,92	-62,861	-2,79	-11,6	11,93	-103,526
122	122	Shell-Thin	149	COMB1	Combination	-8,058E-16	-4,029E-15	5,96E-15	3,757E-15	-8,592E-15	37,484	1,096E-14	-11021,54	-2300,8	-3079,48	-1504,38	-12017,97	-7,07	-2,79	1,99	3,43	144,513
123	123	Shell-Thin	149	COMB1	Combination	1,392E-16	6,961E-16	-5,44E-16	1,029E-15	-1,85E-16	-58,552	1,138E-15	-10949,66	-2141,39	-1951,91	-1728,23	-11362,82	-78,049	-4,31	0,01568	4,31	179,792
123	123	Shell-Thin	441	COMB1	Combination	-5,195E-16	-2,598E-15	3,165E-15	1,773E-15	-4,89E-15	35,913	5,977E-15	759,73	832,79	-1968,38	8794,98	277,54	-76,235	-4,31	0,002066	4,31	179,973
123	123	Shell-Thin	442	COMB1	Combination	-5,195E-16	-2,598E-15	-9,206E-16	-1,704E-16	-2,947E-15	-20,777	2,866E-15	789,46	8323,35	1903,95	8775,04	297,78	76,654	-4,34	0,002066	4,34	179,973
123	123	Shell-Thin	164	COMB1	Combination	1,392E-16	6,961E-16	4,542E-16	9,504E-16	-1,151E-16	60,754	1,013E-15	-12036,4	-2185,28	1920,41	-1786,57	-11435,11	78,271	-4,34	0,01568	4,34	179,792
124	124	Shell-Thin	164	COMB1	Combination	5,274E-16	2,637E-15	-1,544E-15	3,452E-15	-2,877E-16	-62,17	3,605E-15	-11087	-2438,27	3030,41	-1482,15	-12043,12	72,489	-2,82	-1,9	3,4	-145,955
124	124	Shell-Thin	442	COMB1	Combination	-1,968E-15	-9,842E-15	-1,538E-14	9,971E-15	-2,178E-14	-37,821	2,813E-14	1054,28	9847,45	6084,72	12957,78	-2056,05	62,925	-2,82	11,49	11,83	103,772
124	124	Shell-Thin	424	COMB1	Combination	3,007E-15	1,504E-14	-1,62E-15	1,525E-14	2,793E-15	-82,462	1,406E-14	-3572,85	-21062,76	4453,85	-2503,99	-22131,62	13,495	1,2	11,49	11,55	84,037
124	124	Shell-Thin	134	COMB1	Combination	-8,058E-16	-4,029E-15	6,844E-15	4,614E-15	-9,449E-15	38,375	1,242E-14	-1654,8	137,75	1399,54	903,41	-2420,46	61,318	1,2	-1,9	2,25	-57,738
150	150	Shell-Thin	422	COMB1	Combination	4,072E-15	2,036E-14	-2,686E-15	2,079E-14	3,64E-15	-80,872	1,923E-14	-3880,08	-21413,56	4461,04	-2630,56	-22473,08	13,36	-1,3	-11,68	11,75	-96,349
150	150	Shell-Thin	122	COMB1	Combination	-1,646E-15	-8,229E-15	5,702E-15	1,646E-15	-1,152E-14	30,001	1,243E-14	-1488,06	238,38	1448,7	1061,54	-2311,23	60,394	-1,3	1,92	2,32	124,119
150	150	Shell-Thin	152	COMB1	Combination	-3,446E-15	-1,723E-14	-6,25E-15	-1,033E-15	-1,964E-14	-21,104	1,914E-14	-10839,7	-2404,07	3123,96	-1373,17	-11870,61	71,737	2,73	1,92	3,34	35,047
150	150	Shell-Thin	451	COMB1	Combination	4,554E-15	2,277E-14	2,273E-15	2,305E-14	4,275E-15	82,993	2,124E-14	1074,27	9932,54	6136,3	13071,19	-2064,39	62,911	2,73	-11,68	11,99	-76,824
151	151	Shell-Thin	451	COMB1	Combination	1,392E-16	6,961E-16	-3,634E-15	4,063E-15	-3,227E-15	-47,19	6,327E-15	761,98	8371,12	1982,32	8856,57	276,52	76,239	4,27	0,001401	4,27	0,019
151	151	Shell-Thin	152	COMB1	Combination	-5,195E-16	-2,598E-15	3,706E-15	2,29E-15	-5,407E-15	37,368	6,846E-15	-10780,66	-2108,89	1966,81	-1683,66	-11205,9	77,8	4,27	0,01536	4,27	0,209
151	151	Shell-Thin	167	COMB1	Combination	-5,195E-16	-2,598E-15	-7,809E-15	6,319E-15	-9,496E-15	-41,21	1,373E-14	-10860,87	-2153,41	-1934,58	-1742,94	-11271,34	-78,021	4,29	0,01536	4,29	0,208
151	151	Shell-Thin	452	COMB1	Combination	1,392E-16	6,961E-16	7,118E-15	7,541E-15	-6,705E-15	46,12	1,234E-14	750,62	8383,24	-1919,07	8838,58	295,28	-76,652	4,29	0,001401	4,29	0,019
152	152	Shell-Thin	452	COMB1	Combination	4,072E-15	2,036E-14	3,663E-15	2,115E-14	3,286E-15	77,893	1,971E-14	1051,01	9885,49	-6089,13	12990,61	-2054,41	-62,979	2,76	11,57	11,89	76,597
152	152	Shell-Thin	167	COMB1	Combination	-1,646E-15	-8,229E-15	-1,737E-14	1,274E-14	-2,262E-14	-39,636	3,102E-14	-10888,37	-2340,91	-3076,43	-1349,73	-11889,55	-72,142	2,76	-1,88	3,31	-33,598
152	152	Shell-Thin	137	COMB1	Combination	-3,446E-15	-1,723E-14	-5,171E-15	-1,721E-15	-1,85E-14	-18,443	1,815E-14	-1644,05	85,57	-1432,73	894,26	-2452,74	-60,598	-1,22	-1,88	2,2	-123,612
152	152	Shell-Thin	423	COMB1	Combination	4,554E-15	2,277E-14	1,364E-15	2,287E-14	4,453E-15	85,741	2,1E-14	-3803,43	-21188,22	-4445,43	-2543,52	-22248,13	-13,411	-1,22	11,57	11,63	96,007

## Lampiran 5 Tabel Element Stresses – Frames

TABLE: Element Stresses - Frames													
Frame	Station	Output	Cas	Case	Type	Point	X2	X3	S11	S12	S13	SMax	SMin
Text	m	Text		Text		Text	m	m	KN/m2	KN/m2	KN/m2	KN/m2	KN/m2
1	0	COMB1	Combination	0			0	0	-114,45				
1	0	COMB1	Combination	1			-0,15	-0,15	-1884,1				
1	0	COMB1	Combination	2			-0,15	0,15	-1622,22				
1	0	COMB1	Combination	3			0,15	-0,15	-606,69				
1	0	COMB1	Combination	4			0,15	0,15	-344,81				
1	2	COMB1	Combination	0			0	0	-1048,55				
1	2	COMB1	Combination	1			-0,15	-0,15	-569,95				
1	2	COMB1	Combination	2			-0,15	0,15	-952,84				
1	2	COMB1	Combination	3			0,15	-0,15	-1144,26				
1	2	COMB1	Combination	4			0,15	0,15	-1527,15				
1	4	COMB1	Combination	0			0	0	-982,65				
1	4	COMB1	Combination	1			-0,15	-0,15	744,19				
1	4	COMB1	Combination	2			-0,15	0,15	-283,46				
1	4	COMB1	Combination	3			0,15	-0,15	-1681,84				
1	4	COMB1	Combination	4			0,15	0,15	-2709,49				
1	0	COMB2	Combination	0			0	0	-2505,7				
1	0	COMB2	Combination	1			-0,15	-0,15	-4220,97				
1	0	COMB2	Combination	2			-0,15	0,15	-3842,85				
1	0	COMB2	Combination	3			0,15	-0,15	-1168,55				
1	0	COMB2	Combination	4			0,15	0,15	-790,43				
1	2	COMB2	Combination	0			0	0	-2373,3				
1	2	COMB2	Combination	1			-0,15	-0,15	-1290,82				
1	2	COMB2	Combination	2			-0,15	0,15	-2071,6				
1	2	COMB2	Combination	3			0,15	-0,15	-2676,2				
1	2	COMB2	Combination	4			0,15	0,15	-3456,98				
1	4	COMB2	Combination	0			0	0	-2242,1				
1	4	COMB2	Combination	1			-0,15	-0,15	1639,33				
1	4	COMB2	Combination	2			-0,15	0,15	-300,35				
1	4	COMB2	Combination	3			0,15	-0,15	-4183,85				
1	4	COMB2	Combination	4			0,15	0,15	-6123,53				
1	0	COMB3	Combination	0			0	0	-2448,45				
1	0	COMB3	Combination	1			-0,15	-0,15	-3554,51				
1	0	COMB3	Combination	2			-0,15	0,15	-3020,16				
1	0	COMB3	Combination	3			0,15	-0,15	-1876,73				
1	0	COMB3	Combination	4			0,15	0,15	-1342,39				
1	2	COMB3	Combination	0			0	0	-2311,94				
1	2	COMB3	Combination	1			-0,15	-0,15	-1187,17				
1	2	COMB3	Combination	2			-0,15	0,15	-1984,8				
1	2	COMB3	Combination	3			0,15	-0,15	-2639,07				
1	2	COMB3	Combination	4			0,15	0,15	-3436,7				
1	4	COMB3	Combination	0			0	0	-2175,43				
1	4	COMB3	Combination	1			-0,15	-0,15	1180,17				
1	4	COMB3	Combination	2			-0,15	0,15	-949,44				
1	4	COMB3	Combination	3			0,15	-0,15	-3401,42				
1	4	COMB3	Combination	4			0,15	0,15	-5531,02				
1	0	COMB4	Combination	0			0	0	-1765,07				
1	0	COMB4	Combination	1			-0,15	-0,15	-2974,55				
1	0	COMB4	Combination	2			-0,15	0,15	-2691,46				

1	0	COMB4	Combination 3	0,15	-0,15	-838,68			
1	0	COMB4	Combination 4	0,15	0,15	-555,59			
1	2	COMB4	Combination 0	0	0	-1670,93			
1	2	COMB4	Combination 1	-0,15	-0,15	-908,54			
1	2	COMB4	Combination 2	-0,15	0,15	-1464,9			
1	2	COMB4	Combination 3	0,15	-0,15	-1876,96			
1	2	COMB4	Combination 4	0,15	0,15	-2433,32			
1	4	COMB4	Combination 0	0	0	-1576,78			
1	4	COMB4	Combination 1	-0,15	-0,15	1157,47			
1	4	COMB4	Combination 2	-0,15	0,15	-238,34			
1	4	COMB4	Combination 3	0,15	-0,15	-2915,23			
1	4	COMB4	Combination 4	0,15	0,15	-4311,04			
2	0	COMB1	Combination 0	0	0	-465,25			
2	0	COMB1	Combination 1	-0,15	-0,15	-3341,58			
2	0	COMB1	Combination 2	-0,15	0,15	-1161,45			
2	0	COMB1	Combination 3	0,15	-0,15	230,95			
2	0	COMB1	Combination 4	0,15	0,15	2411,08			
2	2	COMB1	Combination 0	0	0	-399,35			
2	2	COMB1	Combination 1	-0,15	-0,15	-400,78			
2	2	COMB1	Combination 2	-0,15	0,15	-403,78			
2	2	COMB1	Combination 3	0,15	-0,15	-394,92			
2	2	COMB1	Combination 4	0,15	0,15	-397,92			
2	4	COMB1	Combination 0	0	0	-333,45			
2	4	COMB1	Combination 1	-0,15	-0,15	2540,02			
2	4	COMB1	Combination 2	-0,15	0,15	353,89			
2	4	COMB1	Combination 3	0,15	-0,15	-1020,79			
2	4	COMB1	Combination 4	0,15	0,15	-3206,92			
2	0	COMB2	Combination 0	0	0	-1001,15			
2	0	COMB2	Combination 1	-0,15	-0,15	-7517,52			
2	0	COMB2	Combination 2	-0,15	0,15	-3018,3			
2	0	COMB2	Combination 3	0,15	-0,15	1016			
2	0	COMB2	Combination 4	0,15	0,15	5515,22			
2	2	COMB2	Combination 0	0	0	-869,35			
2	2	COMB2	Combination 1	-0,15	-0,15	-904,14			
2	2	COMB2	Combination 2	-0,15	0,15	-885,15			
2	2	COMB2	Combination 3	0,15	-0,15	-853,54			
2	2	COMB2	Combination 4	0,15	0,15	-834,56			
2	4	COMB2	Combination 0	0	0	-737,55			
2	4	COMB2	Combination 1	-0,15	-0,15	5709,24			
2	4	COMB2	Combination 2	-0,15	0,15	1247,99			
2	4	COMB2	Combination 3	0,15	-0,15	-2723,08			
2	4	COMB2	Combination 4	0,15	0,15	-7184,34			
2	0	COMB3	Combination 0	0	0	-937,07			
2	0	COMB3	Combination 1	-0,15	-0,15	-6911,78			
2	0	COMB3	Combination 2	-0,15	0,15	-2354,74			
2	0	COMB3	Combination 3	0,15	-0,15	360,6			
2	0	COMB3	Combination 4	0,15	0,15	4917,64			
2	2	COMB3	Combination 0	0	0	-860,56			
2	2	COMB3	Combination 1	-0,15	-0,15	-904,72			
2	2	COMB3	Combination 2	-0,15	0,15	-899,39			
2	2	COMB3	Combination 3	0,15	-0,15	-821,73			

2	2	COMB3	Combination 4	0,15	0,15	-816,4		
2	4	COMB3	Combination 0	0	0	-724,05		
2	4	COMB3	Combination 1	-0,15	-0,15	5102,34		
2	4	COMB3	Combination 2	-0,15	0,15	555,95		
2	4	COMB3	Combination 3	0,15	-0,15	-2004,06		
2	4	COMB3	Combination 4	0,15	0,15	-6550,45		
2	0	COMB4	Combination 0	0	0	-708,8		
2	0	COMB4	Combination 1	-0,15	-0,15	-5295,16		
2	0	COMB4	Combination 2	-0,15	0,15	-2093,84		
2	0	COMB4	Combination 3	0,15	-0,15	676,24		
2	0	COMB4	Combination 4	0,15	0,15	3877,56		
2	2	COMB4	Combination 0	0	0	-614,66		
2	2	COMB4	Combination 1	-0,15	-0,15	-636,65		
2	2	COMB4	Combination 2	-0,15	0,15	-625,32		
2	2	COMB4	Combination 3	0,15	-0,15	-603,99		
2	2	COMB4	Combination 4	0,15	0,15	-592,66		
2	4	COMB4	Combination 0	0	0	-520,51		
2	4	COMB4	Combination 1	-0,15	-0,15	4021,85		
2	4	COMB4	Combination 2	-0,15	0,15	843,19		
2	4	COMB4	Combination 3	0,15	-0,15	-1884,21		
2	4	COMB4	Combination 4	0,15	0,15	-5062,88		
3	0	COMB1	Combination 0	0	0	-23,17		
3	0	COMB1	Combination 1	-0,2	-0,1	-235,78		
3	0	COMB1	Combination 2	-0,2	0,1	-196,85		
3	0	COMB1	Combination 3	0,2	-0,1	150,52		
3	0	COMB1	Combination 4	0,2	0,1	189,44		
3	0,5	COMB1	Combination 0	0	0	-23,17		
3	0,5	COMB1	Combination 1	-0,2	-0,1	74,57		
3	0,5	COMB1	Combination 2	-0,2	0,1	103,86		
3	0,5	COMB1	Combination 3	0,2	-0,1	-150,19		
3	0,5	COMB1	Combination 4	0,2	0,1	-120,9		
3	1	COMB1	Combination 0	0	0	-23,17		
3	1	COMB1	Combination 1	-0,2	-0,1	261,35		
3	1	COMB1	Combination 2	-0,2	0,1	261,01		
3	1	COMB1	Combination 3	0,2	-0,1	-327,34		
3	1	COMB1	Combination 4	0,2	0,1	-307,69		
3	1,5	COMB1	Combination 0	0	0	-23,17		
3	1,5	COMB1	Combination 1	-0,2	-0,1	324,57		
3	1,5	COMB1	Combination 2	-0,2	0,1	334,59		
3	1,5	COMB1	Combination 3	0,2	-0,1	-380,93		
3	1,5	COMB1	Combination 4	0,2	0,1	-370,91		
3	2	COMB1	Combination 0	0	0	-23,17		
3	2	COMB1	Combination 1	-0,2	-0,1	264,23		
3	2	COMB1	Combination 2	-0,2	0,1	264,62		
3	2	COMB1	Combination 3	0,2	-0,1	-310,95		
3	2	COMB1	Combination 4	0,2	0,1	-310,56		
3	2,5	COMB1	Combination 0	0	0	-23,17		
3	2,5	COMB1	Combination 1	-0,2	-0,1	80,32		
3	2,5	COMB1	Combination 2	-0,2	0,1	71,08		
3	2,5	COMB1	Combination 3	0,2	-0,1	-117,41		

3	2,5	COMB1	Combination 4	0,2	0,1	-126,65		
3	3	COMB1	Combination 0	0	0	-23,17		
3	3	COMB1	Combination 1	-0,2	-0,1	-227,15		
3	3	COMB1	Combination 2	-0,2	0,1	-246,03		
3	3	COMB1	Combination 3	0,2	-0,1	199,7		
3	3	COMB1	Combination 4	0,2	0,1	180,82		
3	3,5	COMB1	Combination 0	0	0	-23,17		
3	3,5	COMB1	Combination 1	-0,2	-0,1	-658,19		
3	3,5	COMB1	Combination 2	-0,2	0,1	-686,7		
3	3,5	COMB1	Combination 3	0,2	-0,1	640,36		
3	3,5	COMB1	Combination 4	0,2	0,1	611,86		
3	0	COMB2	Combination 0	0	0	-60,67		
3	0	COMB2	Combination 1	-0,2	-0,1	-456,9		
3	0	COMB2	Combination 2	-0,2	0,1	-371,08		
3	0	COMB2	Combination 3	0,2	-0,1	249,75		
3	0	COMB2	Combination 4	0,2	0,1	335,57		
3	0,5	COMB2	Combination 0	0	0	-60,67		
3	0,5	COMB2	Combination 1	-0,2	-0,1	162,46		
3	0,5	COMB2	Combination 2	-0,2	0,1	225,34		
3	0,5	COMB2	Combination 3	0,2	-0,1	-346,67		
3	0,5	COMB2	Combination 4	0,2	0,1	-283,79		
3	1	COMB2	Combination 0	0	0	-60,67		
3	1	COMB2	Combination 1	-0,2	-0,1	534,69		
3	1	COMB2	Combination 2	-0,2	0,1	574,64		
3	1	COMB2	Combination 3	0,2	-0,1	-695,97		
3	1	COMB2	Combination 4	0,2	0,1	-656,02		
3	1,5	COMB2	Combination 0	0	0	-60,67		
3	1,5	COMB2	Combination 1	-0,2	-0,1	659,79		
3	1,5	COMB2	Combination 2	-0,2	0,1	676,81		
3	1,5	COMB2	Combination 3	0,2	-0,1	-798,14		
3	1,5	COMB2	Combination 4	0,2	0,1	-781,12		
3	2	COMB2	Combination 0	0	0	-60,67		
3	2	COMB2	Combination 1	-0,2	-0,1	537,76		
3	2	COMB2	Combination 2	-0,2	0,1	531,85		
3	2	COMB2	Combination 3	0,2	-0,1	-653,18		
3	2	COMB2	Combination 4	0,2	0,1	-659,09		
3	2,5	COMB2	Combination 0	0	0	-60,67		
3	2,5	COMB2	Combination 1	-0,2	-0,1	168,6		
3	2,5	COMB2	Combination 2	-0,2	0,1	139,76		
3	2,5	COMB2	Combination 3	0,2	-0,1	-261,09		
3	2,5	COMB2	Combination 4	0,2	0,1	-289,94		
3	3	COMB2	Combination 0	0	0	-60,67		
3	3	COMB2	Combination 1	-0,2	-0,1	-447,68		
3	3	COMB2	Combination 2	-0,2	0,1	-499,45		
3	3	COMB2	Combination 3	0,2	-0,1	378,12		
3	3	COMB2	Combination 4	0,2	0,1	326,35		
3	3,5	COMB2	Combination 0	0	0	-60,67		
3	3,5	COMB2	Combination 1	-0,2	-0,1	-1311,09		
3	3,5	COMB2	Combination 2	-0,2	0,1	-1385,8		
3	3,5	COMB2	Combination 3	0,2	-0,1	1264,46		

## Lampiran 6 Tabel Element Stresses - Area Shells

TABLE: Element Stresses - Area Shells																						
Area	AreaElenShellType	Joint	InputCas	CaseType	S11Top	S22Top	S12Top	MaxTop	MinTop	AngleToV	SVMTop	S11Bot	S22Bot	S12Bot	MaxBo	MinBo	AngleB	SVMBot	S13Avg	S23Avg	MaxAvg	AngleAvg
Test	Test	Test	Test	Test	KN/m2	KN/m2	KN/m2	KN/m2	KN/m2	Degrees	KN/m2	KN/m2	KN/m2	KN/m2	KN/m2	KN/m2	Degrees	KN/m2	KN/m2	KN/m2	KN/m2	Degrees
3	3	Shell-Thi'29	COMB1	Combination	-16,11	10,11	12,45	15,08	-21,08	69,238	31,45	18,71	-8,45	-7,66	20,72	-10,46	-14,74	27,48	0,31	0,0487	0,31	8,367
3	3	Shell-Thi'62	COMB1	Combination	20,67	4,16	13,55	28,28	-3,45	29,323	30,15	-18,3	-3,66	-7,44	-0,54	-21,41	-67,27	21,15	0,31	-0,14	0,34	-24,404
3	3	Shell-Thi'65	COMB1	Combination	-5,94	-6,63	7,63	1,55	-14,12	43,737	14,95	6,73	7,22	-4,13	12,17	3,77	-39,622	10,79	-0,23	-0,14	0,27	-146,49
3	3	Shell-Thi'52	COMB1	Combination	11	13,47	6,72	19,07	5,4	59,211	17,03	-7,96	-11,73	-4,35	-1,12	-14,59	-33,949	12,82	-0,23	0,0487	0,23	187,365
3	3	Shell-Thi'29	COMB2	Combination	-32,66	15,68	29,62	29,74	-46,72	64,608	66,76	39,86	-12,56	-18,22	44,66	-18,22	-17,662	56,14	0,62	0,28	0,68	24,544
3	3	Shell-Thi'62	COMB2	Combination	41,55	9,33	31,18	60,7	-9,22	31,56	65,8	-35,7	-8,58	-16,77	-0,57	-43,71	-64,474	43,42	0,62	-0,34	0,7	-28,624
3	3	Shell-Thi'65	COMB2	Combination	-20,39	-15,3	18,85	1,17	-36,87	48,844	37,47	26,68	16,74	-10,01	32,89	10,53	-32,008	29,09	-0,62	-0,34	0,71	-151,53
3	3	Shell-Thi'32	COMB2	Combination	23,09	36,8	17,29	50,66	15,23	51,284	45,02	-22,45	-33,59	-11,46	-15,28	-40,76	-32,038	35,67	-0,62	0,28	0,68	155,531
3	3	Shell-Thi'29	COMB3	Combination	-43,69	15,09	31,27	28,61	-57,22	66,614	75,69	46,44	-12,32	-21,55	53,5	-19,38	-18,127	65,36	0,7	0,14	0,72	11,342
3	3	Shell-Thi'62	COMB3	Combination	39,14	3,99	23,15	57,16	-8,03	31,716	61,57	-36,77	-9,08	-16,42	-1,44	-44,4	-65,065	43,7	0,7	-0,39	0,9	-29,038
3	3	Shell-Thi'65	COMB3	Combination	-17,28	-16,38	15,95	-0,97	-32,69	45,818	32,21	21,67	17,73	-10,49	30,49	9,11	-39,418	27,11	-0,29	-0,39	0,49	-126,74
3	3	Shell-Thi'52	COMB3	Combination	-0,75	28,59	17,97	37,12	-9,28	64,616	62,52	5,71	-25,38	-15,61	12,2	-31,87	-22,561	39,41	-0,29	0,14	0,32	154,231
3	3	Shell-Thi'29	COMB4	Combination	-23,29	11,61	20,73	21,26	-32,94	65,04	47,3	27,63	-9,36	-12,76	31,6	-13,33	-17,297	39,97	0,44	0,18	0,48	22,746
3	3	Shell-Thi'62	COMB4	Combination	29,66	6,95	21,91	42,98	-6,37	31,304	46,5	-25,58	-6,02	-11,81	-0,46	-31,13	-64,814	30,9	0,44	-0,24	0,5	-28,113
3	3	Shell-Thi'65	COMB4	Combination	-13,81	-10,75	13,18	0,99	-25,55	48,309	26,06	18,23	11,75	-6,99	22,7	7,28	-32,572	20,08	-0,43	-0,24	0,49	-151,23
3	3	Shell-Thi'32	COMB4	Combination	20,15	25,41	12,01	35,07	10,49	51,178	31,17	-15,46	-23,09	-7,94	-10,47	-28,08	-32,164	24,58	-0,43	0,18	0,47	156,688
4	4	Shell-Thi'62	COMB1	Combination	0,96	0,22	-5,86	6,47	-5,28	-43,187	10,2	-2,72	-0,54	9,57	8	-11,27	48,248	16,77	0,0325	-0,12	0,13	-75,338
4	4	Shell-Thi'410	COMB1	Combination	-11,53	93,94	-1,27	93,95	-11,54	-69,311	100,22	3,27	-96,76	4,74	9,48	-96,917	2,552	102,04	0,0325	-1,5	1,5	-88,757
4	4	Shell-Thi'411	COMB1	Combination	9,27	-20,05	8,5	11,56	-22,33	15,05	29,84	-4,08	18,72	-2,62	19,01	-4,38	-83,539	21,54	0,35	-1,5	1,54	-76,735
4	4	Shell-Thi'65	COMB1	Combination	-26,34	-10,71	3,3	-9,79	-27,26	76,74	23,32	32,03	11,88	2,22	32,28	11,64	6,221	26,31	0,35	-0,12	0,37	-19,378
4	4	Shell-Thi'62	COMB2	Combination	0,78	1,78	-12,28	13,57	-11,01	-46,166	31,23	-4,84	-2,41	21,51	17,92	-25,17	46,617	37,49	0,14	-0,29	0,33	-63,989
4	4	Shell-Thi'410	COMB2	Combination	-17,45	210,32	-4,19	210,39	-17,53	-88,947	219,68	12,1	-217,4	12,71	12,8	-218,1	3,16	224,79	0,14	-3,27	3,27	-87,488
4	4	Shell-Thi'411	COMB2	Combination	23,44	-37,29	19,1	28,43	-42,27	15,399	61,62	-11,45	33,66	-4,1	34,02	-11,62	-84,853	41,23	0,81	-3,27	3,37	-76,151
4	4	Shell-Thi'65	COMB2	Combination	-57,62	-22,75	10	-20,08	-60,29	75,077	53,17	70,9	25,59	4,7	71,39	25,1	5,864	62,72	0,81	-0,29	0,86	-20,045
4	4	Shell-Thi'62	COMB3	Combination	-5,02	1,16	-15,18	13,56	-17,42	-50,746	26,9	-0,8	-1,76	19,63	18,68	-20,62	43,846	34,04	0,3	-0,32	0,44	-46,778
4	4	Shell-Thi'410	COMB3	Combination	0,61	214,37	-7,73	214,85	0,33	-87,532	214,49	-6,86	-220,8	3,95	-6,5	-221,3	2,659	218,07	0,3	-3,3	3,31	-84,768
4	4	Shell-Thi'411	COMB3	Combination	38,44	-35,32	16,9	42,1	-39,58	12,224	70,75	-30,52	32,36	-4,37	32,66	-30,82	-86,039	54,99	0,95	-3,3	3,43	-73,991
4	4	Shell-Thi'65	COMB3	Combination	-64,02	-25,73	9,45	-23,52	-66,22	76,865	58,15	73,1	27,98	5,3	73,71	27,36	6,616	64,54	0,95	-0,32	1	-18,696
4	4	Shell-Thi'62	COMB4	Combination	0,66	1,15	-8,72	9,63	-7,82	-45,808	15,14	-3,51	-1,6	15,15	12,63	-17,74	46,801	26,42	0,0954	-0,21	0,23	-65,129
4	4	Shell-Thi'410	COMB4	Combination	-12,97	148,22	-2,84	148,27	-13,02	-88,939	155,19	9,22	-153,2	6,79	9,69	-153,6	3,09	158,71	0,0954	-2,21	2,31	-87,635
4	4	Shell-Thi'411	COMB4	Combination	16,31	-26,88	12,83	19,83	-30,41	15,357	43,83	-7,89	24,38	-3,03	24,66	-17	-84,866	29,6	0,57	-2,31	2,38	-76,224
4	4	Shell-Thi'65	COMB4	Combination	-40,72	-16,13	6,96	-14,3	-42,55	75,261	37,5	50,03	18,11	3,04	50,38	17,77	5,904	44,26	0,57	-0,21	0,6	-19,971
4	4	Shell-Thi'62	COMB1	Combination	12,8	-4,52	-10,5	16,59	-9,3	-26,946	23,12	-11,93	7,01	15,7	15,88	-20,9	60,551	21,86	0,35	1,6	1,64	102,538
4	4	Shell-Thi'435	COMB1	Combination	-76,32	-192,4	3,58	-76,21	-192,5	1,762	167,95	74,04	186,19	-2,11	186,23	74	-68,921	162,41	0,39	15,25	15,26	91,335
4	4	Shell-Thi'410	COMB1	Combination	16,65	187,39	3,01	187,44	16,59	88,991	179,72	-17,96	-193,4	-2,28	-17,94	-193,5	-0,744	185,14	0,0194	15,25	15,25	89,927
4	4	Shell-Thi'29	COMB1	Combination	10,64	33,84	-11,07	38,27	6,21	-68,168	35,57	-10,24	-31,25	15,54	-1,99	-39,5	27,964	38,54	0,0194	1,6	1,6	89,303
4	4	Shell-Thi'62	COMB2	Combination	19,35	-34,71	-21,37	26,78	-42,14	-19,168	60,18	-20,41	39,8	33,28	54,57	-35,19	66,066	78,33	-0,75	4,62	4,68	99,247
4	4	Shell-Thi'435	COMB2	Combination	-168,6	-460,1	4,61	-168,5	-460,2	0,907	403,27	163,51	445,03	-0,68	445,03	163,5	-89,861	389,9	-0,75	36,15	36,16	91,132
4	4	Shell-Thi'410	COMB2	Combination	47,24	440,89	3,94	440,93	47,2	69,427	419,33	-50,3	-495,6	-0,92	-50,3	-495,6	-0,13	432,63	0,0978	36,15	36,15	89,845
4	4	Shell-Thi'29	COMB2	Combination	22,6	-22,9	25,75	25,75	-9,3	-26,946	23,12	-11,93	7,01	15,7	15,88	-20,9	60,551	21,86	0,35	1,6	1,64	102,538
4	4	Shell-Thi'62	COMB3	Combination	12,4	-27,54	-26,68	25,75	-40,89	-26,593	59,21	-19,91	32,1	34,84	50,85	-32,65	61,719	72,88	-0,68	4,14	4,19	99,387
4	4	Shell-Thi'435	COMB3	Combination	-157,7	-446,6	5,65	-157,6	-446,7	1,119	392,4	152,53	432,95	-7,26	433,14	-7,26	-88,518	380,57	-0,68	35,48	35,49	91,105
4	4	Shell-Thi'410	COMB3	Combination	60,19	436,81	3,85	436,84	60,15	89,415	410,09	-65,07	-450,4	-8,51	-64,89	-450,6	-1,265	421,89	0,2	35,48	35,48	89,677
4	4	Shell-Thi'29	COMB3	Combination	3,27	72,21	-28,48	83,18	-1,7	-68,929	84,04	-10,52	-67,59	33,59	5,02	-83,13	-84,202	85,75	0,2	4,14	4,14	87,233
4	4	Shell-Thi'62	COMB4	Combination	14,13	-22,52	-15,23	19,63	-28,02	-19,871	41,48	-14,89	26,12	23,6	36,89	-25,65	65,492	54,45	-0,53	3,17	3,22	99,545
4	4	Shell-Thi'435	COMB4	Combination	-119	-321,9	3,52	-119	-322	0,994	282,01	115,41	311,39	-0,8	311,39	-0,8	-89,765	272,67	-0,53	25,32	25,32	91,208
4	4	Shell-Thi'410	COMB4	Combination	32,49	309,02	3	309,05	32,46	69,379	294,16	-34,65	-319,3	-0,98	-34,64	-319,3	-0,197	303,44	0,0646	25,32	25,32	89,854

13	13	Shell-Thr185	COMB1	Combination	-127.6	-408.8	-32.73	-123.8	-412.5	-6.552	3662.67	126.52	416.04	28.35	418.79	123.77	84.46	372.65	0.86	-3.15	3.27	-74.694
13	13	Shell-Thr173	COMB2	Combination	65.55	590.5	-133.3	622.4	33.66	-76.541	530.27	-69.01	-573.5	120.3	-41.79	-600.7	12.749	580.94	-0.26	-7.72	7.72	-91.919
13	13	Shell-Thr239	COMB2	Combination	-67.88	-12.84	-92.42	56.07	-136.8	-53.236	171.63	60.38	9.65	70.25	109.71	-39.68	35.75	134.03	-0.26	13	0.29	154.175
13	13	Shell-Thr185	COMB2	Combination	145.23	-24.1	-37.83	153.3	-32.17	-12.038	171.65	-152.1	21.05	18.02	22.9	-153.9	84.119	166.56	2.02	0.13	2.02	3.548
13	13	Shell-Thr251	COMB2	Combination	-290.6	-989	-78.67	-281.8	-997.7	6.807	846.390	287.76	1006.1	680.7	1012.5	281.36	84.634	905.25	2.02	-7.72	7.98	-75.341
13	13	Shell-Thr173	COMB3	Combination	29.35	556.9	-128.9	586.73	0.12	-76.367	586.67	-34.43	-540.6	117.21	-8.61	-566.4	12.425	562.16	-0.036	-7.37	7.37	-90.283
13	13	Shell-Thr239	COMB3	Combination	-45.87	-10.08	-91.45	65.2	-121.2	-50.535	163.8	37.43	6.57	63.81	87.65	-43.66	38.204	115.82	-0.036	0.12	0.13	106.57
13	13	Shell-Thr251	COMB3	Combination	146.5	-22.21	-39.44	155.26	-30.97	-12.528	172.84	-157.9	18.1	12.26	18.95	-159.8	86.034	163.03	2.03	0.12	2.04	3.445
13	13	Shell-Thr185	COMB3	Combination	-295.5	-954.1	-76.87	-286.6	-962.9	-6.57	856.39	289.05	963.8	65.85	976.07	281.78	84.549	870.1	2.03	-7.37	7.65	-74.569
13	13	Shell-Thr173	COMB4	Combination	44.32	411.39	-53.23	433.7	22	-76.536	423.13	-46.81	-399.5	84.19	-27.74	-419.5	12.76	405.38	-0.18	-5.39	5.39	-91.895
13	13	Shell-Thr239	COMB4	Combination	-48.39	-9.21	-64.55	38.66	-96.26	-53.442	120.34	43.07	6.94	49.02	77.25	-27.24	34.884	93.88	-0.18	0.0876	0.2	153.829
13	13	Shell-Thr251	COMB4	Combination	101.31	-17.17	-26.34	106.9	-22.77	-11.986	119.92	-106.1	15.01	12.44	16.28	-107.4	84.193	116.34	1.42	0.0876	1.42	3.541
13	13	Shell-Thr185	COMB4	Combination	-204.4	-691.1	-55.02	-198.2	-697.3	-6.369	822.28	202.44	703.12	47.61	707.61	137.95	84.616	632.32	1.42	-5.39	5.57	-75.274
16	16	Shell-Thr284	COMB1	Combination	0.27	42.77	8.25	44.32	-1.28	79.333	44.97	-0.39	-41.01	-10.69	2.25	-43.65	-13.876	44.82	-0.054	-0.38	0.38	-98.106
16	16	Shell-Thr350	COMB1	Combination	-0.66	-19.27	-0.57	-0.64	-19.29	-1.756	18.98	-0.98	17.94	-0.84	17.98	-0.12	-87.342	18.04	-0.054	0.0047	0.0537	175.013
16	16	Shell-Thr415	COMB1	Combination	-43.3	-12.61	-9.03	-10.15	-45.76	-74.76	41.63	-39.83	10.76	5.94	41.14	9.53	11.059	37.28	-0.25	0.0047	0.25	178.33
16	16	Shell-Thr413	COMB1	Combination	1.82	-7.61	-0.21	1.82	-7.61	-1.287	8.67	-4.52	8.86	-3.91	9.32	-5.58	-74.847	13.59	-0.25	-0.38	0.45	-123.64
16	16	Shell-Thr284	COMB2	Combination	-0.98	81.26	16.99	84.63	-4.35	78.778	86.89	0.61	-77.33	-22.77	6.77	-83.49	-15.848	87.08	-0.1	-0.73	0.73	-97.371
16	16	Shell-Thr350	COMB2	Combination	-0.59	-38.75	-0.49	-0.58	-38.76	-0.736	38.47	-1.28	35.25	-2.88	35.47	-1.5	-85.514	36.25	-0.1	-0.061	0.12	-149
16	16	Shell-Thr415	COMB2	Combination	-87.33	-35.37	-18.65	-29.32	-93.39	-72.007	82.6	80.38	31.45	10.99	82.73	29.09	12.093	72.69	-0.5	-0.061	0.51	-173.06
16	16	Shell-Thr413	COMB2	Combination	2.25	-15.72	-1.17	2.33	-15.79	-3.708	17.68	-7.72	18.63	-8.9	21.96	-10.44	-72.984	28.07	-0.5	-0.73	0.88	-124.63
16	16	Shell-Thr284	COMB3	Combination	-10.64	84.62	15.4	86.97	-12.99	81.181	94.14	7.01	-80.16	-24.83	13.59	-86.73	-14.835	94.27	-0.028	-0.76	0.76	-32.062
16	16	Shell-Thr350	COMB3	Combination	6.9	-39.22	-1.61	6.95	-39.27	-1.193	43.17	-12.25	35.06	-3.55	35.32	-12.52	-85.736	42.97	-0.028	-0.13	0.0305	-154.24
16	16	Shell-Thr415	COMB3	Combination	-73.57	-28.81	-17.4	-22.84	-79.54	-71.067	70.33	65.44	24.09	13.45	69.43	20.11	16.522	61.87	-0.38	-0.13	0.38	-177.99
16	16	Shell-Thr413	COMB3	Combination	-12.05	-17.53	-0.65	-11.97	-17.61	-6.667	15.57	5.64	21.44	-7.84	24.67	2.41	-67.616	23.56	-0.38	-0.76	0.85	-116.39
16	16	Shell-Thr284	COMB4	Combination	-0.57	58.43	12.09	60.81	-2.95	78.857	62.33	0.31	-55.65	-16.14	4.63	-59.37	-14.986	62.42	-0.073	-0.52	0.53	-97.989
16	16	Shell-Thr350	COMB4	Combination	-0.48	-27.66	-0.41	-0.48	-27.67	-0.861	27.43	-0.81	25.23	-1.95	25.38	-0.96	-85.738	25.87	-0.073	-0.037	0.0821	-152.94
16	16	Shell-Thr415	COMB4	Combination	-62.31	-24.73	-13.27	-20.52	-66.53	-72.387	59	57.37	21.58	7.33	59.05	19.9	11.944	52.04	-0.36	-0.037	0.36	-174.05
16	16	Shell-Thr413	COMB4	Combination	1.73	-11.18	-0.77	1.78	-11.23	-3.395	12.22	-5.63	13.23	-6.26	15.12	-7.52	-73.211	19.97	-0.36	-0.52	0.63	-124.51
17	17	Shell-Thr286	COMB1	Combination	23.19	-36.2	-10.09	24.86	-37.87	-9.387	54.71	-22.55	33.77	4.82	34.18	-22.96	85.147	49.8	-0.16	0.0732	0.18	153.133
17	17	Shell-Thr239	COMB1	Combination	-8.42	-19.36	-11.99	-0.72	-27.07	-32.733	26.72	9.89	21.12	10.17	27.12	3.89	59.444	25.4	-0.16	0.1	0.19	146.584
17	17	Shell-Thr317	COMB1	Combination	1.05	18.67	5.44	20.22	-0.5	74.153	20.47	-0.98	17.2	-6.75	1.46	-19.64	-19.889	20.41	0.12	0.1	0.16	40.897
17	17	Shell-Thr284	COMB1	Combination	-8.64	-5.34	7.33	0.53	-14.51	51.33	14.78	7.87	2.64	-12.11	17.64	-7.13	-38.903	22.09	0.12	0.0732	0.14	33.627
17	17	Shell-Thr266	COMB2	Combination	48.21	-71.09	-21.64	52.02	-74.89	-9.971	110.5	-4.02	66.31	9.71	67.13	-47.85	85.137	100.04	-0.36	0.15	0.39	156.94
17	17	Shell-Thr239	COMB2	Combination	-22.18	-47	-24.5	-7.13	-62.05	-31.566	58.81	25.03	50.51	20.93	62.28	13.27	60.663	56.82	-0.36	0.26	0.45	143.8
17	17	Shell-Thr317	COMB2	Combination	4.74	45.82	10.46	48.33	2.23	76.509	47.25	-4.73	-42.87	-13.04	-0.7	-46.91	-17.162	46.56	0.26	0.27	0.37	44.923
17	17	Shell-Thr284	COMB2	Combination	-18.48	-11.33	13.31	-1.12	-28.69	52.512	28.14	16.83	5.98	-24.26	36.26	-13.46	-38.693	44.54	0.26	0.15	0.31	30.117
17	17	Shell-Thr266	COMB3	Combination	34.97	-76.32	-22.33	39.27	-81.22	-10.881	106.43	-32.8	72.52	9.46	73.37	-33.64	84.905	94.77	0.14	0.16	0.21	131.871
17	17	Shell-Thr239	COMB3	Combination	-3.52	-41.39	-26.69	10.26	-55.18	-27.32	60.96	7.49	45.95	20.48	54.81	-1.37	86.602	55.51	-0.14	0.24	0.28	120.551
17	17	Shell-Thr317	COMB3	Combination	12.89	48.01	8.62	48.12	10.78	76.248	43.74	-16.32	-43.05	-15.78	-9.49	-50.48	-25.191	46.46	-0.42	0.24	0.48	30.13
17	17	Shell-Thr284	COMB3	Combination	-32.87	-14.39	12.97	-7.71	-39.56	62.725	36.32	27.04	8.39	-26.8	48.09	-10.65	-35.406	52.24	0.42	0.16	0.45	20.917
17	17	Shell-Thr266	COMB4	Combination	34.27	-50.89	-15.33	36.95	-53.57	-9.899	78.83	-33.41	47.47	6.93	48.06	34	85.138	71.42	-0.25	0.11	0.28	156.509
17	17	Shell-Thr239	COMB4	Combination	-15.37	-32.83	-17.45	-4.59	-43.61	-31.707	41.51	17.41	35.34	14.9	43.77	8.99	60.518	40.04	-0.25	0.18	0.31	144.098
17	17	Shell-Thr317	COMB4	Combination	3.15	31.97	7.51	33.81	1.31	76.241	33.17	-3.13	-29.87	-9.36	-0.18	-32.82	-17.434	32.73	0.19	0.18	0.26	44.49
17	17	Shell-Thr284	COMB4	Combination	-13.09	-8.04	9.63	-0.61	-20.52	52.352	20.22	11.92	4.21	-17.33	25.81	-9.68	-18.924	31.78	0.19	0.11	0.22	30.531
18	18	Shell-Thr239	COMB1	Combination	-7.23	-12.22	3.38	-5.53	-13.93	26.8	12.15	9.41	13.69	-2.13	14.57	8.53	-67.931	12.68	-0.041	0.0085	0.0417	168.164
18	18	Shell-Thr365	COMB1	Combination	-13.42	2.87	8.3	6.36	-16.9	67.221	20.82	15.7	-0.85	-7.51	18.6	-3.75	-21.111	20.73	-0.041	-0.33	0.33	-97.016
18	18	Shell-Thr13	COMB1	Combination	-35.39	-51.01	6.94	-32.75	-53.65	20.821	46.84	34.62	52.42	-5.99	54.25	32.79	-73.027	47.32	-0.28	-0.33	0.44	-130.38
18	18	Shell-Thr308	COMB1	Combination	19.01	-15.11	2.02	19.12	-15.23	3.378	29.81	-19.89	15.97	-0.61	15.98	-19.9	-89.031	31.13	-0.28	-0.0085	0.28	176.263
18	18	Shell-Thr239	COMB2	Combination	-16.17	-21.8	9.24	-9.33	-26.64	36.919	25.3	20.58	24.45	-7.3	30.07	14.97	-52.42	28.04	-0.067	-0.089	0.11	-126.81
8	8	Shell-Thr433	COMB4	Combination	211.61	-50.19	12.87	212.24	-50.82	2.807	241.69	-21.3	49.98	-14.09	50.74	-212.1	-86.923	241.45	5.11	-0.56	5.14	-62.601
8	8	Shell-Thr83	COMB4	Combination	-410.9	-154	11.37	-153.5	-411.4	87.471	380.13	410.73	151.2	-11.88	411.27	150.86	-2.615	360.39	5.11	-0.16	5.11	-1.732
10	10	Shell-Thr502	COMB1	Combination	-14.76	75.17	151.69	188.42	-128	53.255	275.693	2.77	77.21	-116.3	85.74	-160.2	-35.511	216.2	0.5	-1.89	1.95	-75.13

Lampiran 7 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Judul		■																						
2	ACC Judul			■																					
3	Penyusunan Proposal			■	■	■	■																		
4	Bimbingan Proposal			■	■	■	■																		
5	ACC Proposal						■																		
6	Seminar Proposal							■																	
7	Revisi Proposal								■	■	■														
8	Pengambilan Data										■	■	■												
9	Penelitian													■	■	■	■								
10	Penyusunan Skripsi													■	■	■	■								



## Lampiran 8 Surat Keterangan Penerimaan Naskah Jurnal



Alamat : Ki Hajar Dewantara No. 116 Kota Metro Lampung – 34111  
E-mail : [jurnalmahasiwatekniksipilumm@gmail.com](mailto:jurnalmahasiwatekniksipilumm@gmail.com)  
Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/jumatisi>

**SURAT KETERANGAN PENERIMAAN NASKAH JURNAL**  
**LETTER OF ACCEPTANCE (LoA)**  
(E-ISSN 2722-564X/P-ISSN 2722-5631)

No : 016/JUMATISI/VIII/2025  
Lampiran : -  
Perihal : Penerimaan Naskah Publikasi Jurnal

Kepada Yth.  
Fikri Nur Syarifudin<sup>1</sup>, Sucipto<sup>2</sup>  
Prodi Teknik Sipil Universitas Yudharta Pasuruan<sup>1,2</sup>

Dengan Hormat,

Atas Nama Ketua Redaksi Jurnal JUMATISI (Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil) kami sampaikan terimakasih atas naskah (*manuscript*) yang telah submit dengan judul “Analisis Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pekerjaan Struktur Kolom Dan Balok Pada Proyek Rumah Tinggal 2 Lantai Sukorejo Pasuruan”. Sehubungan dengan hal tersebut maka naskah bapak/ibu dinyatakan diterima (*Accepted submitted*) untuk dipublikasikan pada jurnal JUMATISI (Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil) Volume 7, Nomor 1, (Juni 2026).

Demikian Surat Keterangan ini disampaikan, dan atas partisipasi Bapak/Ibu Kami Ucapkan Terimakasih.

Metro, 23 Agustus 2025  
Hormat Kami,



**JUMATISI**  
JURNAL MAHASISWA  
TEKNIK SIPIL  
Chica Oktavia, S.T.,M.T.  
Editor in Chief

“HALAMAN SENGAJA DIKOSONGKAN”

**ANALISIS REKAYASA NILAI (VALUE ENGINEERING)  
PEKERJAAN STRUKTUR KOLOM DAN BALOK PADA PROYEK  
RUMAH TINGGAL 2 LANTAI SUKOREJO PASURUAN**

Fikri Nur Syarifudin<sup>1</sup>, Sucipto<sup>2</sup>,  
Prodi Teknik Sipil Universitas Yudharta Pasuruan<sup>1,2</sup>  
E-Mail: sucipto@yudharta.ac.id<sup>2</sup>

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi biaya struktur kolom dan balok pada proyek pembangunan Rumah Tinggal 2 lantai Sukorejo Pasuruan melalui penerapan metode Value Engineering (VE). Latar belakang penelitian ini berangkat dari tingginya biaya komponen struktural seperti kolom K1 (30×30 cm), dan balok B1 (25×50 cm) serta B2 (20×40 cm) yang berkontribusi signifikan terhadap total anggaran proyek. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan fokus pada evaluasi teknis dan ekonomis melalui analisis alternatif desain. Data primer diperoleh dari dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB), gambar kerja, dan observasi lapangan, sedangkan data sekunder berasal dari SNI, literatur ilmiah, dan analisis harga satuan pekerjaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan VE dengan mengubah dimensi balok B1 (20×40 cm) dan B2 (15×30 cm) serta mengganti beberapa kolom K1 menjadi kolo K2 (15×30 cm), mampu menurunkan biaya sebesar Rp. 140.572.000,00 atau sekitar 67% dari anggaran awal Rp. 426.926.000,00. Analisis dengan SAP2000 memastikan bahwa perubahan desain tidak mengurangi kekuatan dan keamanan struktur. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa VE efektif dalam memberikan solusi teknis yang ekonomis tanpa mengorbankan mutu. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan struktural bangunan, khususnya untuk efisiensi biaya pada proyek dengan elemen struktur berbiaya tinggi.

**Kata Kunci:** *Value engineering*, Efisiensi biaya, Kolom, Balok, SAP2000.

**PENDAHULUAN**

Dalam pelaksanaan proyek Pembangunan Rumah Tinggal 2 lantai Sukorejo Pasuruan, ditemukan permasalahan berupa tingginya biaya pada komponen struktur, khususnya kolom dan balok, yang menjadi bagian dengan proporsi anggaran terbesar. Struktur yang direncanakan meliputi Kolom K1 (30×30 cm), Balok B1 (25×50 cm), dan Balok B2 (20×40 cm) dengan mutu beton K-300. Total biaya untuk pekerjaan kolom dan balok mencapai Rp426.926.000,00 terdiri dari Kolom K1 lantai 1 dan 2 sebesar Rp.165.481.859,5, Kolom K3 lantai 1 dan 2 sebesar Rp. 36.057.626,22, Balok B1 lantai 1 sebesar

Rp. 120.022.144,56, serta Balok B2 lantai 1 dan 2 sebesar Rp 225.386.717,48.

Biaya yang tinggi pada elemen struktur ini sejalan dengan temuan (Juansyah et al., 2017) yang menyatakan bahwa pekerjaan struktur seringkali menyumbang porsi biaya terbesar dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB). Oleh karena itu, diperlukan upaya optimalisasi biaya tanpa mengurangi kualitas dan fungsi bangunan melalui pendekatan *Value Engineering* (VE). VE adalah metode analisis sistematis untuk mengevaluasi dan mencari alternatif desain yang lebih ekonomis namun tetap memenuhi standar teknis, keamanan, dan fungsi utama bangunan (Rumintang et al., 2008).

Proyek pembangunan ruang kelas ini memiliki nilai kontrak sebesar Rp 1.351.481.480,43 dengan fungsi utama sebagai rumah tempat tinggal di daerah Sukorejo Pasuruan. Berdasarkan analisis awal, pekerjaan balok dan kolom menempati biaya tertinggi pada struktur atas, sehingga penelitian ini difokuskan pada penerapan VE untuk merancang alternatif dimensi penampang dan volume beton yang lebih efisien.

Melalui penerapan VE, penelitian ini bertujuan untuk menekan biaya konstruksi hingga lebih ekonomis tanpa mengurangi kekuatan, keamanan, dan kualitas bangunan. Alternatif desain diharapkan mampu memberikan penghematan biaya dengan tetap sesuai perhitungan teknis berbasis analisis SAP2000. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengendalian biaya struktur dan penerapan VE pada proyek konstruksi dengan komponen biaya tinggi.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Value Engineering*

Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) adalah upaya sistematis dan terstruktur untuk mengoptimalkan biaya proyek dengan tetap mempertahankan kualitas dan fungsi utama struktur. Pendekatan ini mengidentifikasi elemen yang memerlukan penghematan biaya, membedakan antara fungsi esensial dan non-esensial, serta mengusulkan alternatif desain yang lebih ekonomis (Pontoh et al., 2013). Contoh penerapannya adalah penelitian oleh (Kartika, 2011) pada pembangunan Puskesmas di Blitar, yang menunjukkan penghematan 8,53% melalui analisis struktur dengan *SAP2000* dan penerapan *value engineering*.

### **Kolom**

Kolom merupakan elemen struktural vertikal yang menahan gaya aksial dan momen lentur, serta mentransfer beban dari balok ke fondasi. Kegagalan pada kolom dapat mengakibatkan runtuhnya bangunan secara keseluruhan, sehingga diperlukan perencanaan dengan cadangan kekuatan yang memadai. (Limbongan et al., 2016) membedakan kolom beton bertulang menjadi kolom ikat, spiral, dan komposit. Perencanaan dimensi kolom juga berkaitan erat dengan efisiensi biaya konstruksi melalui optimalisasi volume beton (Nasikhin, 2023).

### **Balok**

Balok adalah elemen struktur horizontal yang berfungsi menahan beban dari lantai atau atap dan meneruskannya ke kolom atau dinding penopang. Beban yang bekerja pada balok menghasilkan momen lentur, gaya geser, dan terkadang gaya aksial. Menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2019), desain balok beton bertulang harus memperhatikan kekuatan lentur, geser, serta kontrol defleksi dan retak. Optimasi dimensi balok sering dilakukan untuk efisiensi biaya tanpa mengurangi kekuatan struktur, misalnya dengan analisis menggunakan perangkat lunak *SAP2000* (Mahyuddin, 2020).

### **SAP2000**

*SAP2000 (Structure Analysis Program 2000)* adalah perangkat lunak analisis struktur komprehensif yang memungkinkan pemodelan, analisis, dan optimasi desain dalam satu antarmuka. Keunggulannya adalah kemudahan pemodelan berbasis *real-time* serta kemampuan menghitung gaya dalam, momen, dan deformasi elemen struktur. Model geometri dapat dibuat dengan metode *template* atau koordinat, sesuai

kebutuhan analisis (Simatupang et al., 2020) (Nuh, 2016).

### Rencana Anggaran Biaya (RAB)

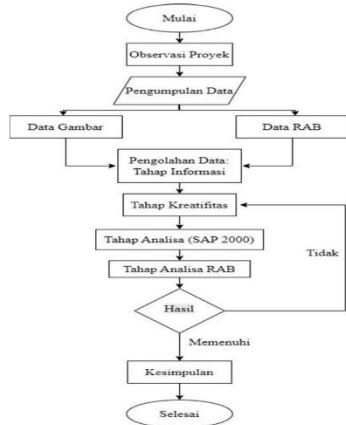
RAB adalah estimasi total biaya proyek konstruksi, mencakup biaya material, upah tenaga kerja, dan komponen lain yang dihitung berdasarkan volume pekerjaan. Penyusunan RAB melibatkan analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) sesuai standar BOW atau SNI. (Juansyah et al., 2017) menegaskan bahwa RAB menjadi acuan utama dalam perencanaan dan pengendalian biaya proyek.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa nilai (*Value Engineering*) dengan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menganalisis efisiensi teknis dan ekonomis pada struktur kolom dan balok. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB), gambar kerja struktur, hasil observasi lapangan, serta wawancara dengan perencana dan pelaksana proyek. Data sekunder diperoleh dari (Badan Standardisasi Nasional, 2019), (Badan Standardisasi Nasional, 2020), Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), literatur ilmiah, jurnal, dan referensi teknis lainnya. Data tersebut diolah melalui tahapan *Value Engineering*, yaitu tahap informasi untuk mengidentifikasi item pekerjaan dengan biaya tinggi, tahap kreatif untuk menghasilkan alternatif desain kolom dan balok yang lebih ekonomis, tahap analisa untuk mengevaluasi kelayakan teknis dan ekonomis menggunakan perangkat lunak SAP2000, serta tahap rekomendasi untuk menentukan alternatif terbaik yang mampu memberikan penghematan biaya

tanpa mengurangi kekuatan dan keselamatan struktur bangunan.

### Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Tahap Informasi

Proyek yang dianalisis adalah pembangunan Rumah tinggal 2 lantai Sukorejo Pasuruan, dengan total biaya Rp 1.351.481.480,43 dan dimensi bangunan 10 × 25 m. Fokus penelitian adalah elemen struktur kolom dan balok, karena komponen ini menyerap biaya beton dan tulangan terbesar.

Detail dimensi kolom dan balok awal:

1. Kolom K1: 30 × 30 cm (8D16, sengkang Ø10-150 mm), 22 pada lantai 1 dan 21 pada lantai 2.
2. Balok B1: 25 × 50 cm (10D16, sengkang Ø10-150 mm), panjang 210m pada lantai 1 dan tidak ada pada lantai 2.
3. Balok B2: 20 × 40 cm (8D16, sengkang Ø10-150 mm), 100,80m pada lantai 1 dan 2.

Rencana anggaran biaya awal:

Tabel 1. Rencana Anggaran Biaya Awal

<b>N O</b>	<b>URAIAN PEKERJAAN</b>	<b>VOLUME</b>	<b>SAT</b>	<b>HARGA SATUAN</b>	<b>JUMLAH HARGA</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Pekerjaan Struktur Kolom Lantai 1</b>					
1	Pekerjaan Kolom K1 30x30 cm	7,01	m3	Rp.8.497.142,98	Rp.59.573.469,42
2			m3		Rp -
3	Pekerjaan Kolom KP 15x15cm	2,21	m3	Rp.8.497.142,98	Rp.18.812.674,55
<b>Pekerjaan Struktur Kolom Lantai 2</b>					
4	Pekerjaan Kolom K1 30x30 cm	12,46	m3	Rp.8.497.142,98	Rp.105.908.390,08
5			m3		Rp -
6	Pekerjaan Kolom KP 15x15cm	2,03	m3	Rp.8.497.142,98	Rp.17.244.951,67
<b>Pekerjaan Struktur Balok Lantai 1</b>					
4	Pekerjaan Balok B1 25x50 cm	14,13	m3	Rp.8.497.142,98	Rp.120.022.144,56
5	Pekerjaan Balok B2 20x40 cm	1,68	m3	Rp.8.497.142,98	Rp.14.275.200,20
<b>Pekerjaan Struktur Balok Lantai 2</b>					
4	Pekerjaan Balok B1 25x50 cm	0,00	m3	Rp.8.497.142,98	Rp -
5	Pekerjaan Balok B2 20x40 cm	10,72	m3	Rp 8.497.142,98	Rp 91.089.372,72
				<b>JUMLAH TOTAL</b>	<b>Rp 426.926.203,21</b>
				Dibulatkan	<b>Rp 426.926.000,00</b>

Hasil Analisis (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

### Tahap Kreatif

Berdasarkan analisis awal, dimensi beberapa elemen menunjukkan overdesign. Alternatif desain diusulkan untuk mengurangi volume beton, dengan tulangan tetap dipertahankan:

1. Kolom K1: 30×30cm diubah ke Kolom K2 15x30cm sebanyak 5 unit di lantai 1 dan 8 unit lantai 2
2. Balok B1: 25×50cm → 20x40cm, panjang balok tetap sama.

3. Balok B2: 20×40cm → 15x30cm, Panjang balok tetap sama

### Tahap Analisa SAP2000

Evaluasi struktur dilakukan dengan SAP2000 menggunakan kombinasi beban sesuai SNI 1727:2020.

Hasil menunjukkan semua elemen aman terhadap momen, aksial, dan geser.

Hasil Analisis Utama:

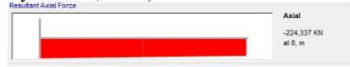
1. Momen maksimum: 67,1348 KNm pada B1



Gambar 2 Moment Maksimum M3 (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

2. Gaya aksial maksimum: -224,337 KN pada K1

Gambar 3 Axial Maksimum (Fikri Nur Syarifudin, 2025)



Tabel Hasil SAP2000

Tabel 2 *Element Forces Frames*.

Station	Output Case	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Mm	Text	Text	N	N	N	N-mm	N-mm	N-mm
3500	COMB1	Combination	0	123391,29	1,99E-14	95981841,64	2,159E-09	85529140,89

Hasil Analisis (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

Tabel 2 menunjukkan nilai-nilai maksimum *element forces frame* yang diperoleh dari analisis SAP2000.

menyatakan *All concrete frames passed the stress/capacity check.*

### Tahap Rekomendasi RAB

#### Cek Desain dan Analisa Struktur

Setelah pemodelan struktur dan aplikasi beban selesai, diperoleh besaran gaya-gaya dalam yang bekerja. Tahap selanjutnya adalah verifikasi desain secara menyeluruh untuk memastikan kapabilitas struktur dalam menahan seluruh beban rencana yang bekerja.

Tahap ini menyajikan rekomendasi akhir dari desain Value Engineering. Hasil perhitungan menunjukkan pengurangan volume beton dan biaya yang signifikan.

Menentukan ukuran volume terbaru.

Kolom Volume kolom dihitung dengan persamaan:

$$V = A \times h \times n$$

Dimana:

V = Volume

A = Luas penampang kolom

h = Tinggi kolom

n = Jumlah kolom

Kolom K1 (30 × 30 cm) Lantai 1

$V = A \times h \times n$

$V = (0,35 \times 0,35\text{m}) \times 4,1\text{m} \times 14$

$V = 5,17\text{m}^3$

Kolom K1 (30 × 30 cm) Lantai 2

$V = A \times h \times n$

$V = (0,30 \times 0,30\text{m}) \times 4,1\text{m} \times 11$

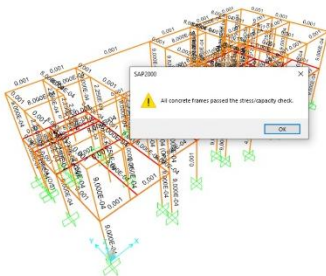
$V = 4,74\text{m}^3$

Kolom K2 (15 × 30 cm) Lantai 1

$V = A \times h \times n$

$V = (0,15 \times 0,30\text{m}) \times 4,1\text{m} \times 5$

$V = 0,92\text{m}^3$



Gambar 4 Hasil Desain Struktur (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

Hasil analisis terhadap desain struktur menunjukkan bahwa seluruh elemen rangka beton telah memenuhi kriteria kekuatan dan kapasitas. Hal ini diverifikasi melalui keluaran analisis yang

2	Pek K2 15x30 cm	0,92	m3	Rp	8.497.142,98	Rp	7.838.614,40
3	Pek KP 15x15cm	2,21	m3	Rp	8.497.142,98	Rp	18.812.674,55
<b>Pekerjaan Struktur Kolom Lantai 2</b>							
4	Pek K1 30x30 cm	4,74	m3	Rp	8.497.142,98	Rp	40.238.220,57
5	Pek K2 15x30 cm	1,48	m3	Rp	8.497.142,98	Rp	12.541.783,04
6	Pek KP 15x15cm	2,03	m3	Rp	8.497.142,98	Rp	17.244.951,67
<b>Pekerjaan Struktur Balok Lantai 1</b>							
7	Pek B1 20x40 cm	9,04	m3	Rp	8.497.142,98	Rp	76.814.172,52
8	Pek B2 15x30 cm	0,95	m3	Rp	8.497.142,98	Rp	8.029.800,11
<b>Pekerjaan Struktur Balok Lantai 2</b>							
9	Pek B1 20x40 cm	0,00	m3	Rp	8.497.142,98	Rp	-
10	Pek B2 15x30 cm	6,03	m3	Rp	8.497.142,98	Rp	51.237.772,16
<b>JUMLAH TOTAL</b>						<b>Rp</b>	<b>140.572.484,86</b>
Dibulatkan						<b>Rp</b>	<b>140.572.000,00</b>

Hasil Analisis (Fikri Nur Syarifudin, 2025) Maka dapat disimpulkan pada tabel 4 jumlah total rencana anggaran biaya (RAB) yang didapat setelah *value engineering* adalah Rp 140.572.000,00.

Hasil Perbandingan Rencana dan *Value Engineering*

Setelah dilakukan penerapan Value Engineering (VE) pada pekerjaan struktur kolom dan balok proyek rumah tinggal 2 lantai Sukorejo Pasuruan, dilakukan analisis perbandingan antara Rencana Anggaran Biaya (RAB) awal Tabel 5 Perbandingan RAB Rencana dan RAB VE

dengan RAB hasil VE untuk menentukan persentase penghematan biaya.

Persentase penghematan biaya dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{Penghematan} = (\text{Total Harga RAB Rencana} - \text{Total RAB VE}) / \text{Total Harga RAB Rencana} \times 100\%$$

Berikut tabel rekapitulasi perbandingan RAB rencana dan RAB ve.

No	Elemen	RAB Rencana (Rp)	RAB VE (Rp)	Selisih (Rp)	Penghematan (%)
1	Kolom K1	Rp 165.481.859,5	Rp 84.134.470,19	Rp 81.347.389,31	
2	Kolom K2	-	Rp 20.380.397,44	-	
3	Kolom Kp	Rp 36.057.626,22	Rp 36.057.626,22	-	
4	Balok B1	Rp 120.002.144,56	Rp 76.814.172,52	Rp 43.187.972,04	
5	Balok B2	Rp 105.364.572,92	Rp 59.267.572,27	Rp 46.097.000,65	
Total		Rp 426.926.203,21	Rp 140.572.000,00	Rp 286.354.000,00	67%

Hasil Analisis (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

Dari Tabel 5 Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan Value Engineering pada pekerjaan struktur

kolom dan balok berhasil menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp

140.572.000,00, atau 67% dari total biaya awal sebesar Rp426.926.203,21

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) pada proyek rumah tinggal 2 lantai Sukorejo Pasuruan, penelitian ini berhasil dilaksanakan sesuai dengan diagram alir penelitian. Penerapan *Value Engineering* dilakukan melalui optimasi dimensi dan jumlah penampang struktur, khususnya pada elemen kolom dan balok. Kolom tipe K1 yang semula berukuran 30 cm × 30 cm sebanyak 38 buah, kami ganti 13 unit kolomnya menjadi kolom K2 berukuran 15x30cm. Selain itu, perubahan juga dilakukan pada dimensi balok, di mana balok B1 semula berukuran 25 cm × 50 cm diubah menjadi 20 cm × 40 cm, dan balok B2 yang semula 20 cm × 40 cm diubah menjadi 15 cm × 30 cm.

Hasil penerapan *Value Engineering* tersebut mampu memberikan penghematan biaya yang signifikan, yaitu sebesar Rp 286.354.000,00 atau setara dengan 67% dari total biaya awal sebesar Rp 426.926.000,00, sehingga total biaya konstruksi berkurang menjadi Rp 140.572.000,00. Analisis kekuatan struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000 juga menunjukkan bahwa rancangan dimensi alternatif kolom dan balok memenuhi syarat kekuatan (*stress/capacity check*) dan dinyatakan aman untuk digunakan. Dengan demikian, desain alternatif yang dihasilkan dari *Value Engineering* layak direkomendasikan sebagai pengganti desain awal karena mampu mengoptimalkan biaya tanpa mengurangi kualitas dan keandalan struktur.

### Saran

Berdasarkan hasil analisis, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat diajukan pada tahap pelaksanaan proyek untuk meningkatkan efisiensi tanpa mengorbankan kualitas maupun keamanan struktur. Pertama, disarankan penggunaan desain alternatif dengan merekomendasikan dimensi penampang baru pada Balok B1 (20x35 cm), dan B2 (15x30 cm), serta mengganti 13 kolom K1 (30x30cm) menjadi K2(15x30cm) Perubahan dimensi ini terbukti mampu mengurangi penggunaan material secara signifikan tanpa menurunkan mutu serta keamanan struktur. Kedua, optimalisasi penggunaan material perlu dilakukan, khususnya dengan penurunan dimensi atau volume beton agar biaya konstruksi dapat ditekan. Meskipun pembesian tidak mengalami perubahan, perlu dilakukan peninjauan ulang terhadap perhitungan pembesian untuk menemukan potensi efisiensi tambahan. Hal ini diharapkan mampu mengurangi biaya sekaligus mempercepat waktu pelaksanaan proyek. Ketiga, pengendalian mutu pelaksanaan harus diperketat meskipun efisiensi penampang telah diterapkan, sehingga pekerjaan di lapangan tetap sesuai dengan gambar kerja revisi dan perhitungan teknis yang telah ditetapkan. Dengan penerapan rekomendasi ini, diharapkan proses pembangunan dapat berlangsung lebih efisien dari segi biaya tanpa mengabaikan standar kekuatan, keamanan, serta fungsionalitas bangunan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. *Sni 1727-2020*, 196. [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- Juansyah, Y., Oktarina, D., & Zulfiqar, M.

- (2017). Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Bangunan Menggunakan Metode SNI dan BOW. *Jurnal Rekayasa, Teknologi, Dan Sains*, 1(1), 1–3.
- Kartika, D. (2011). Penerapan Value Engineering pada Proyek Pembangunan Puskesmas di Blitar. *Spectra*, 9(17), 48–57. <http://eprints.itn.ac.id/2904/>
- Limbongan, S., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2016). Gedung Bertingkat. *Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih Pada Gedung Bertingkat*, 4(8), 499–508.
- Mahyuddin. (2020). Analisa Rekayasa Nilai (Value Engineer) Pada Konstruksi Bangunan Rumah Dinas Puskesmas Karang Jati Balikpapan Value Engineer Analysis in House Building Construction in Puskesmas. *Jurnal Ilmiah Techno Entrepreneur Acta*, 5(1), 1–8.
- Nasikhin, M. K. (2023). Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Kolom Pada Proyek Pembangunan Passenger Terminal Building Bandara Internasional Doho Kediri. *Jurnal Vokasi Teknik Sipil*, 1(3), 117–123.
- Nuh, S. A. K. (2016). *Tinjauan Kekuatan Struktur Kolom, Balok, Dan Pelat Pada Proyek Pembangunan Klenteng Ho Tek Cheng Sin Di Paal 4 Manado*. 1, 1–36.
- Pontoh, M. M., Tarore, H., Mandagi, R. J. M., & Malingkas, G. Y. (2013). Aplikasi Rekayasa Nilai Pada Proyek Konstruksi Perumahan (Studi Kasus Perumahan Taman Sari Metropolitan Manado Pt. Wika Realty). *Jurnal Sipil Statik*, 1(5), 328–334. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/jss/article/view/1403>
- Rumintang, A., Sipil, J. T., Veteran, U. P. N., & Timur, J. (2008). Analisa Rekayasa Nilai Pekerjaan Struktur Gedung Teknik Informatika U P N “ Veteran ” Jatim. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, 2, 16.
- Simatupang, P. H., Sir, T. M. W., & Wadu, V. A. (2020). Integrasi Program Tekla Structures Dan Sap2000 Dalam Perencanaan Gedung Beton Struktural. *Jurnal Teknik Sipil*, IX(1), 67–80.

## Lampiran 10 Surat Bebas Plagiasi



**UNIVERSITAS YUDHARTA  
PASURUAN**  
**UNIT PELAKSANA TEKNIS (UPT) PERPUSTAKAAN**  
Kantor pusat: Jl. Yudharta No. 07 (Pesantren Ngalah) Sengonagung Purwosari Pasuruan  
Tel/Fax : (0343) 611186

### SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIASI

Nomor: 059/S8/E.UYP/II/08/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Drs. Syaifullah, M.Pd  
NIP.Y : 0860205004  
Jabatan : Kepala Perpustakaan

Menerangkan bahwa skripsi atas nama mahasiswa:

Nama : FIKRI NUR SYARIFUDIN  
NIM : 201969010027  
Program Studi : Teknik Sipil

Judul : ANALISA REKAYASA NILAI (VALUE ENGINEERING) PEKERJAAN  
STRUKTUR KOLOM DAN BALOK PADA PROYEK RUMAH TINGGAL 2  
LANTAI SUKOREJO PASURUAN

Persentase : 7 %

Demikian surat keterangan ini di buat untuk bisa dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pasuruan, 25 Agustus 2025

Kepala Perpustakaan

Drs. Syaifullah, M.Pd  
NIP. Y. 0860205004