

SKRIPSI

**ANALISIS DAN DESAIN RUMAH TUNGGAL
SEDERHANA YANG DAPAT MENGAPUNG DI
DAERAH RAWAN BANJIR**



**DESRILIA ONDO DEBORA TAMPUBOLON
NPM : 2012410125**

PEMBIMBING: Dr. Cecilia Lauw Giok Swan

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

SKRIPSI

**ANALISIS DAN DESAIN RUMAH TUNGGAL
SEDERHANA YANG DAPAT MENGAPUNG DI
DAERAH RAWAN BANJIR**



**DESRILIA ONDO DEBORA TAMPUBOLON
NPM : 2012410125**

**BANDUNG, 19 JUNI 2017
PEMBIMBING:**

Dr. Cecilia Lauw Giok Swan

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Desfrilia Ondo Debora Tampubolon

NPM : 2012410125

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **Analisis dan Desain Rumah Tunggal Sederhana yang Dapat Mengapung di Daerah Rawan Banjir** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 19 Juni 2017



Desfrilia Ondo Debora Tampubolon

2012410125

ANALISIS DAN DESAIN RUMAH TUNGGAL SEDERHANA YANG DAPAT MENGAPUNG DI DAERAH RAWAN BANJIR

**Desfrilia Ondo Debora Tampubolon
NPM: 2012410125**

Pembimbing: Dr. Cecilia Lauw Giok Swan

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

ABSTRAK

Rumah adalah kebutuhan primer manusia. Harga lahan di lokasi bebas banjir semakin mahal. Banyak permukiman dibangun di daerah rawan banjir, khususnya jika tinggi banjir maksimum satu meter. Rumah yang tergenang banjir dapat mengalami kerugian besar. Rumah yang dapat mengapung pada saat banjir merupakan solusi. Ketika tidak banjir, rumah terletak pada lokasinya. Pada saat banjir, rumah tidak hanyut karena dapat mengapung tanpa berpindah tempat. Skripsi ini meninjau solusi struktur rumah yang dapat mengapung dengan bantuan *styrofoam (expanded polystyrene)* di bawah lantai rumah. *Styrofoam* dipilih karena berat isinya sangat ringan. Menurut hukum Archimedes, besarnya gaya apung sama dengan berat air yang dipindahkan oleh *styrofoam*. Rumah yang ditinjau adalah rumah tinggal sederhana. Luas lantai di dalam rumah 25 m² dikelilingi lantai teras selebar satu meter. Berat sendiri rumah dan isinya diusahakan seingan mungkin, sehingga digunakan dinding ringan b-panel[®], kerangka bangunan dan atap dari profil C baja ringan mutu G450 (AS 1397), dan material atap lembaran uPVC (merk Rooftop[®]). Volume styrofoam diperhitungkan 150% volume air yang perlu dipindahkan. Untuk mencegah rumah hanyut, rumah dibangun di atas kerangka tiang dan pondasi telapak dari beton yang dihubungkan dengan balok-balok beton. Beban yang diperhitungkan adalah beban mati, beban hidup, dan beban angin. Analisis dan desain dilakukan dengan SANSIRO V.4.98.

Kata kunci: rumah sederhana, dapat terapung, maksimum banjir satu meter, baja *cold-formed*, *styrofoam*

ANALYSIS AND DESIGN OF SIMPLE SINGLE HOME THAT CAN FLOAT IN FLOOD-PRONE AREAS

**Desfrilia Ondo Debora Tampubolon
NPM: 2012410125**

Advisor: Dr. Cecilia Lauw Giok Swan

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNE 2017**

ABSTRACT

Home is the primary human needs. The price of land in flood-free locations are increasingly expensive. Many habitations are built in flood-prone areas, especially if the maximum flood height is one meter. Flooded homes can suffer huge losses. A house that can float during a flood is a solution. When not flooded, the house is located on its location. At the time of the flood, the house does not drift because it can float without moving. This essay reviews home structural solutions that can float with the help of styrofoam (expanded polystyrene) beneath the floor of the house. Styrofoam was chosen because the weight is very light. According to Archimedes' law, the magnitude of the buoyant force is equal to the weight of the water transferred by styrofoam. The house being reviewed is a simple house. Floor area in the house 25 m² surrounded by terrace floor width of one meter. Self weight and the content of the house are kept as light as possible, so the materials used are light wall b-panel[®], steel grade G450 (AS 1397) using steel profile C for building and roof frames, and roof material is uPVC (brand Rooftop[®]). Styrofoam volume is calculated as 150% of the volume of water that needs to be moved. To prevent the house from being washed away, the house is built on top of the pile frame and the palm foundation of concrete that linked to the concrete beams. The calculated load is dead load, live load, and wind load. Analysis and design was performed with SANSIRO V.4.98.

Keywords: simple house, can float, maximum one meter flood, cold-formed steel, styrofoam

PRAKATA

Puji dan syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus untuk kasih, karunia, serta bimbingan-Nya yang tiada henti sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi saya yang berjudul “*Analisis dan Desain Rumah Tunggal Sederhana yang Dapat Mengapung di Daerah Rawan Banjir*”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi tingkat Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa adanya campur tangan dari pihak-pihak terkait. Dalam kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Cecilia Lauw Giok Swan selaku dosen pembimbing, untuk ide judul skripsi, masukan serta kesabaran beliau dalam membimbing skripsi ini.
2. Ibu Buen Sian. Ir., M.T. dan Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T. selaku dosen penguji saat ujian skripsi.
3. Ibu Dr.-Ing. Dina Rubiana Widarda selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Unpar dan Ketua Komunitas Bidang Ilmu Teknik Struktur.
4. Para dosen di Jurusan Teknik Sipil Unpar yang telah memberi banyak masukan saat seminar dan telah memberikan ilmu serta pengetahuan selama masa perkuliahan.
5. PT. Beton Elemenindo Putra yang telah memberikan banyak informasi tentang struktur apung dan contoh model penulangan styrofoam EPS.
6. Papi, Mami, dan Anggi selaku orangtua serta adik tersayang untuk segala dukungan, doa, dan semangat yang terus diberikan untuk dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.
7. Opung, nenek, bapak uda, inang uda, naboru, amangboru, bapak tua, inang tua, tulang, nantulang, om, tante, ito-ito, dan adik-adik selaku keluarga yang selalu memberikan semangat supaya jangan jadi mahasiswa terlalu lama.
8. Daniel Edward Watung selaku pasangan terkasih yang selalu sabar memberikan cinta, kasih, dan perhatian langsung selama proses penyusunan skripsi ini,

selalu menemani, menghibur, mendoakan, dan menjadi penyemangat saat saya mulai bermalas-malasan mengerjakan skripsi.

9. Mama dan Papa dari kak Daniel yang selalu mendoakan untuk dapat segera menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
10. Calvin, Marcel, dan Yulia selaku sahabat tersayang di kampus Teknik Sipil Unpar yang selalu menemani dan menjadi teman terbaik dari awal masa perkuliahan, selalu memberi semangat untuk menyelesaikan skripsi, walaupun akhirnya mereka telah lulus lebih dulu.
11. Seluruh pihak terkait yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Saya menyadari bahwa isi skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saya mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk membuat saya menjadi lebih baik. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi saya dan pembaca di masa sekarang maupun yang akan datang.

Bandung, 19 Juni 2017



Desfrilia Ondo Debora Tampubolon

2012410125

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penulisan	1-2
1.4 Pembatasan Masalah	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-4
1.6 Sistematika Penulisan	1-4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Rumah Tinggal	2-1
2.1.1 Jenis-jenis Rumah	2-1
2.1.2 Rumah Apung	2-4
2.2 Bagian-bagian Konstruksi Bangunan	2-7
2.3 Material Baja	2-11
2.3.1 Kelebihan dan Kekurangan Material Struktur Baja	2-13

2.3.2	Sifat Mekanis Baja.....	2-14
2.3.3	Stress Ratio	2-15
2.4	Gaya Apung ke Atas dan Hukum Archimedes	2-16
2.5	Analisis dan Desain Program SANSPRO V.4.98	2-16
BAB 3 PEMODELAN STRUKTUR		3-1
3.1	Data Material.....	3-1
3.2	Pembebanan	3-2
3.2.1	Beban Mati.....	3-2
3.2.2	Beban Hidup	3-3
3.2.3	Beban Angin	3-3
3.3	Kombinasi Pembebanan.....	3-5
3.4	Model Desain Struktur Baja Ringan	3-5
3.5	Model Desain Struktur Apung	3-7
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN		4-1
4.1	Distribusi Pembebanan pada Portal Baja Ringan.....	4-1
4.2	Perhitungan Beban yang Bekerja pada Portal.....	4-2
4.2.1	Beban Mati.....	4-2
4.2.2	Beban Hidup	4-4
4.2.3	Beban Angin	4-5
4.3	Kekuatan dan Kestabilan Portal Baja Ringan	4-7
4.4	Desain Struktur Apung.....	4-9
4.4.1	Perhitungan Berat Total Rumah di Atas Styrofoam	4-9
4.4.2	Kebutuhan Tebal Styrofoam.....	4-12
4.4.3	Mekanisme Stuktur Apung.....	4-13

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran	5-1
DAFTAR PUSTAKA	xvii

DAFTAR NOTASI

D	:	beban mati
E	:	beban gempa
E	:	modulus elastisitas [MPa]
F_A	:	gaya apung [N]
f_r	:	stress ratio
f_u	:	tegangan tarik [MPa]
f_y	:	tegangan leleh [MPa]
g	:	gaya gravitasi [m/s^2]
G	:	modulus geser [MPa]
H	:	beban hujan
L	:	beban hidup
L_a	:	beban hidup atap
M_n	:	momen nominal penampang [kNm]
M_u	:	momen yang bekerja [kNm]
p	:	tekanan tiup [kg/m^2]
P_n	:	gaya aksial nominal penampang [kN]
P_u	:	gaya aksial yang bekerja [kN]
v	:	kecepatan angin [m/s]
V_b	:	volume benda [m^3]
V_f	:	volume fluida [m^3]

W	:	beban angin
w_f	:	berat fluida [kg]
α	:	sudut kemiringan atap [$^{\circ}$]
ρ	:	berat jenis baja [kg/m ³]
ρ_b	:	kerapatan benda [kg/m ³]
ρ_f	:	kerapatan fluida [kg/m ³]
μ	:	poisson ratio
γ_L	:	koefisien beban hidup
ASD	:	Allowable Strength Design
AS/NZS	:	Australian / New Zealand Standard
EPS	:	Expanded Polystyrene System
HDFS	:	Heavy Duty Floating Structure
LRFD	:	Load and Resistance Factor Design
PPURG	:	Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung
SNI	:	Standar Nasional Indonesia
SR	:	Stress Ratio
SW	:	Self Weight (berat sendiri)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tampak Atas Denah Lantai.....	1-3
Gambar 2.1 Rumah Tunggal.....	2-2
Gambar 2.2 Rumah Deret	2-3
Gambar 2.3 Rumah Susun	2-4
Gambar 2.4 Rumah Apung	2-5
Gambar 2.5 Rumah Apung dengan Pondasi Drum Plastik.....	2-5
Gambar 2.6 Rumah Apung dengan Pondasi Bambu.....	2-6
Gambar 2.7 Rumah Apung dengan Pondasi Styrofoam Berlapis Beton	2-6
Gambar 2.8 Atap Rooftop [®] VS Atap Gelombang Logam	2-8
Gambar 2.9 Atap Rooftop [®] Vs. Atap Polycarbonate.....	2-9
Gambar 2.10 Dinding b-panel [®]	2-10
Gambar 2.11 Hot-Rolled Steel.....	2-12
Gambar 2.12 Cold-Formed Steel	2-13
Gambar 3.1 Miniatur Styrofoam EPS Berlapis Beton	3-1
Gambar 3.2 Struktur Portal 3D	3-6
Gambar 3.3 Struktur Portal 2D	3-7
Gambar 3.4 Profil C single dan Profil C ganda	3-7
Gambar 3.5 Letak Roller di Bawah Pipa	3-8
Gambar 3.6 Contoh Roller	3-9
Gambar 3.7 Potongan melintang dan potongan memanjang rumah saat tidak banjir.....	3-9

Gambar 3.8 Potongan melintang dan potongan memanjang rumah saat ketinggian banjir 100 cm (banjir maksimum)	3-10
Gambar 4.1 Tampak Atas Denah Atap.....	4-1
Gambar 4.2 Letak Gording pada Kuda-Kuda.....	4-2
Gambar 4.3 Beban Mati pada Portal Baja Ringan.....	4-4
Gambar 4.4 Beban Hidup pada Portal Baja Ringan	4-5
Gambar 4.5 Beban Angin pada Portal Baja Ringan	4-7
Gambar 4.6 Kombinasi Pembebanan yang Digunakan.....	4-7
Gambar 4.7 Steel Stress Summary	4-8
Gambar 4.8 Potongan melintang dan potongan memanjang rumah saat tidak banjir.....	4-14
Gambar 4.9 Potongan melintang dan potongan memanjang rumah saat ketinggian banjir 50 cm.....	4-15
Gambar 4.10 Potongan melintang dan potongan memanjang rumah saat ketinggian banjir 100 cm (tinggi banjir maksimum).....	4-15

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kekuatan Minimum Baja yang Sesuai dengan AS 1397	2-14
Tabel 3.1 Beban Mati pada Struktur Portal.....	3-2
Tabel 3.2 Koefisien Angin	3-4

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Spesifikasi Atap Plastik Gelombang Rooftop®
- Lampiran 2 Spesifikasi Dinding Ringan b-panel®
- Lampiran 3 Spesifikasi Struktur Apung b-foam®
- Lampiran 4 Section Properties Profil C Untuk Struktur Portal
- Lampiran 5 Analysis Output Program SANSPRO V.4.98
- Lampiran 6 Design Output Program SANSPRO V.4.98

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang berkembang dari segi ekonomi maupun pembangunan. Seiring dengan perkembangan yang terus terjadi, tingkat pertumbuhan penduduk pun semakin tinggi. Peningkatan jumlah penduduk berpengaruh pada peningkatan kebutuhan hidup. Salah satu kebutuhan hidup manusia adalah rumah. Rumah adalah bangunan untuk tempat tinggal (Kamus Bahasa Indonesia, 1997). Seiring dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat, kebutuhan akan lahan pemukiman pun meningkat. Semakin hari, harga lahan pemukiman menjadi semakin mahal, sehingga banyak orang yang masih kurang mampu akhirnya terpaksa memilih untuk bertempat tinggal di daerah yang kurang nyaman untuk ditinggali, misalnya di daerah rawan banjir.

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Salah satu akibat dari banjir yang sangat membahayakan adalah banjir dapat merusak sarana dan prasarana, bahkan banjir dapat menghancurkan rumah, gedung, mobil, ataupun angkutan umum. Setiap makhluk hidup tentu menginginkan hidup yang tenang tanpa gangguan apapun, baik itu yang mengganggu diri mereka sendiri ataupun tempat tinggal mereka. Maka dari itu, diperlukan solusi untuk menangani permasalahan banjir yang mengganggu ketentraman hidup manusia dan juga merusak bangunan tempat tinggal seperti rumah.

Seiring dengan kemajuan iptek, ada hal yang bisa menjadi solusi untuk hal besar ini, salah satunya adalah dengan membangun rumah yang dapat terapung. Rumah apung atau floating house merupakan solusi untuk meminimalkan risiko dari banjir yang merusak tempat tinggal. Rumah apung ini didesain untuk dapat naik dan turun sesuai dengan ketinggian muka air. Sehingga, saat banjir melanda, rumah tidak akan terendam dan air tidak akan masuk ke dalam rumah. Rumah yang dibangun di atas struktur terapung ini tidak akan bergerak ke kanan maupun ke kiri, sehingga rumah ini

tidak akan hanyut terbawa air. Untuk membuat rumah ini tetap terapung di atas air, material yang digunakan untuk membuat rumah harus cukup ringan, namun kuat untuk menahan beban. Berdasarkan hal tersebut, maka penulis tertarik untuk membuat skripsi dengan judul “ANALISIS DAN DESAIN RUMAH TUNGGAL SEDERHANA YANG DAPAT MENGAPUNG DI DAERAH RAWAN BANJIR”.

1.2 Inti Permasalahan

Rumah yang dapat mengapung merupakan solusi untuk rumah tinggal yang berada di daerah rawan banjir. Dalam pelaksanaannya, dibutuhkan material bangunan yang kuat menahan beban tetapi cukup ringan. Hal ini dilakukan agar rumah dapat mengapung di atas air apabila terjadi banjir. Akan tetapi, material bangunan yang cukup ringan saja tidaklah cukup. Material bangunan juga harus cukup kuat serta tahan air agar rumah tidak mengalami kerusakan. Di samping itu, harganya juga harus murah. Pada saat tidak banjir, rumah tidak akan mengapung. Rumah akan terletak di atas tiang-tiang penahan yang diteruskan ke pondasi. Pada saat banjir datang, rumah dapat mengapung, tetapi tidak boleh hanyut terbawa arus banjir.

1.3 Tujuan Penulisan

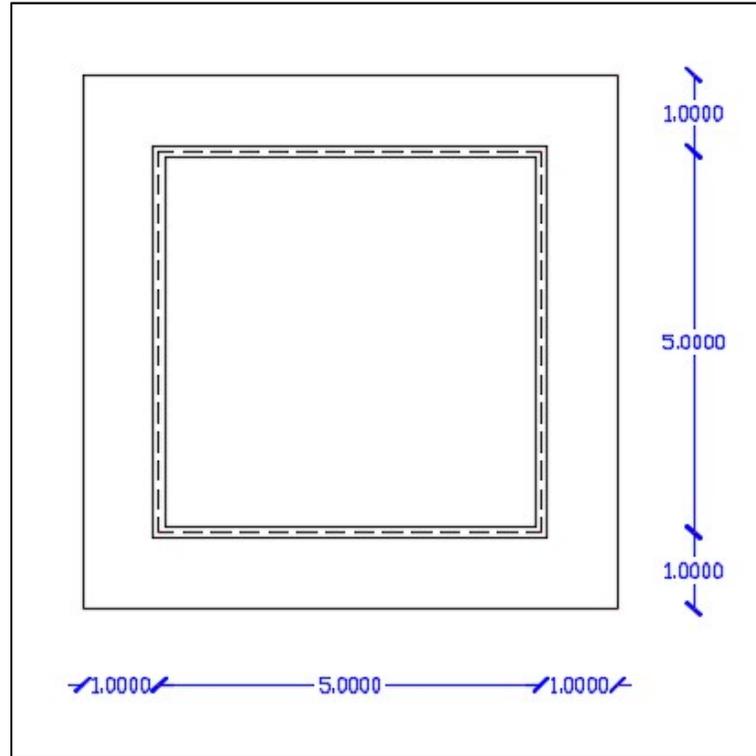
Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis dan mendesain struktur rumah dengan rangka yang terbuat dari baja ringan dengan memperhitungkan beban mati, beban hidup, dan beban angin.
2. Mendesain struktur apung yang digunakan untuk membuat rumah dapat mengapung saat banjir.
3. Meniadakan kesulitan pemindahan penduduk yang terkena banjir serta segala biaya yang diperlukan untuk memperbaiki kerusakan yang ditimbulkan oleh banjir.

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam skripsi ini dilakukan pembatasan sebagai berikut:

1. Fungsi bangunan adalah hunian (rumah tinggal sederhana tidak bertingkat).
2. Luas lantai dasar bangunan $\pm 25 \text{ m}^2$ dengan teras sepanjang 1 m di setiap sisinya.



Gambar 1.1 Tampak Atas Denah Lantai

3. Rangka bangunan terbuat dari baja ringan dengan mutu G450 sesuai dengan standar AS 1397.
4. Beban yang diperhitungkan adalah kombinasi pembebanan beban mati, beban hidup, dan beban angin.
5. Rumah diasumsikan berada di daerah tidak rawan gempa, sehingga beban gempa tidak perlu diperhitungkan.
6. Analisis dan desain struktur baja ringan menggunakan program SANSPRO V.4.98.
7. Tiang-tiang penahan berbentuk lingkaran untuk tinggi banjir maksimum 1 meter.

8. Analisis untuk tiang-tiang penahan dan pondasi tidak dilakukan.
9. Permasalahan saluran pembuangan dan hal lainnya yang bukan merupakan permasalahan struktur tidak dibahas.
10. Air banjir yang datang diasumsikan tidak membawa sampah sehingga tidak ada pembahasan untuk penanganan sampah.
11. Lokasi permukiman di pinggiran kota Jakarta.

1.5 Metode Penelitian

Terdapat dua metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini. Metode pertama adalah studi pustaka. Dalam metode ini penulis merangkai konsep-konsep untuk mendukung analisis dan desain yang dilakukan. Sumber-sumber penulisan berasal dari buku, jurnal, artikel, dan tulisan di internet yang tercantum pada daftar pustaka.

Metode kedua adalah analisis dan desain. Dalam metode ini penulis menganalisis dan mendesain struktur berdasarkan data-data yang digunakan untuk pemodelan struktur rumah tinggal dengan menggunakan program SANSPRO V.4.98. Kemudian, analisis dan desain untuk struktur apung dilakukan secara manual.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan laporan.

BAB 2. DASAR TEORI

Bab ini merupakan tinjauan pustaka mengenai teori dan persyaratan yang digunakan sebagai acuan dalam analisis dan pembahasan.

BAB 3. PEMODELAN STRUKTUR

Bab ini menjelaskan mengenai pemodelan rumah tinggal dimulai dari material yang digunakan sampai pada beban yang bekerja pada struktur.

BAB 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil analisis dan desain dari program SANSPRO V.4.98 dan uraian hasil analisis yang didapatkan beserta pembahasannya.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran berdasarkan analisis dan desain yang telah dilakukan.

