

**TUGAS SARJANA
BIDANG KONSTRUKSI**

**ANALISA FLEKSIBILITAS PADA SISTEM PEMIPAAN
GEDUNG DENGAN VARIASI KONFIGURASI MENGGUNAKAN
CAESAR II**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

**Oleh :
TOPIQURAHMAN
1310017211024**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA FLEKSIBILITAS PADA SISTEM PEMIPAAN GEDUNG DENGAN
VARIASI KONFIGURASI MENGGUNAKAN CAESAR II**

Oleh:

TOPIQURAHMAN

1310017211024

Distetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Iman Satria, M.T)

NIK : 970900231

(Dr. Yovial Mahjoedin Rd, S.T., M.T)

NIK: 200207517

Diketahui oleh :

**Fakultas Teknologi Industri
Dekan,**

**Jurusan Teknik Mesin
Ketua,**

(Dr. Hidayat, S.T., M.T)

NIK : 970900221

(Ir. Kaidir, M.Eng., IPM)

NIK : 131998153

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
TUGAS AKHIR**

**ANALISA FLEKSIBILITAS PADA SISTEM PEMIPAAN GEDUNG DENGAN
VARIASI KONFIGURASI MENGGUNAKAN CAESAR II**

Oleh :

TOPIQURAHMAN
NPM : 1310017211024

*Telah diuji dan dipertahankan pada Sidang Tugas Sarjana
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Pada Tanggal 05 Juli 2017*

Diketahui oleh:

Ketua Sidang

Penguji I

(Dr. Yovial Mahjoedin Rd, S.T., M.T)
NIK: 200207517

(Ir. Kaidir, M.Eng., IPM)
NIK : 131998153

Pengujia II

Penguji III

(Drs. Mulyanef, S.T., M.Sc)
NIK : 195902081987011001

(Duskiardi, S.T., M.T)
NIK : 961200441

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"Dan seandainya pohon-pohon di bumi menjadi pena dan laut (menjadi tinta). Ditambahkan kepadanya tujuh laut (lagi) sesudah (kering)nya, niscaya tidak akan habis-habisnya (dituliskan) kalimat Allah, sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana". (Q.S. Luqman : 27)

Yaa Allah,,,,,

Terimakasih atas nikmat dan rahmad-Mu yang agung ini, hari ini hamba bahagia sebuah perjalanan panjang sudah kulewati, meskipun esok masih penuh teka-teki dan tanda tanya yang hamba sendiri tidak tau pasti jawabannya.

Alhamdulillah, atas nikmat rahmad dan hidayah-Mu, hamba dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik,

Dengan segala kerendahan hati dan dari lubuk hati yang paling dalam, kupersembahkan karya sederhana ini untuk:

Mamak ku tersayang **Murtiningsih** dan Bapak ku **Muchin Hariono** yang telah mendukungku, mendoakanku, memberikan motivasi dalam segala hal serta memberiku kasih sayang yang teramat besar yang tak mungkin bisa kubalas dengan sesuatu apapun,,

Untuk adikku tersayang **Sindi mahendra** dan **Erita Hariani Nengtias** Semangat lah belajar kejar cita-citamu jangan menyerah insyaAllah apa yang kita usahakan itu yang kita dapat,,,

Untuk Mas **Arrozi Hijri Koesmira. S.TP** terimakasih atas Saran, Doa, dan Dukungannya selama ini,,,.

Untuk Kak **Gusti Roudati Koesmirah**, Cepat nyusul ya kak, tetap semangat jangan menyerah tinggal sedikit lagi kakak pasti bisa,,

Untuk Mbak **Reni Kuswanti, S.P** dan bang **Rozi. S.P**, untuk mamak **Asyiah**, untuk Bapak **M. Atim (Alm)**, Untuk pakpoh **Ulam** dan keluarga, Untuk Ayah **Lamidi** dan sekeluarga, Untuk ayah **Sugeng** dan sekeluarga, Untuk **Wek'e, Mbo'e (Alm)**, Untuk mas **Nanang** dan keluarga, Untuk keluarga di **Pekan Baru**. Terimakasih dukungan dan doanya selama ini,,

Untuk My Soulmate tersayang Adek (Aisya Gustiana, S. Ked) dan keluarga, terimakasih sudah nemani mas selama ini terimakasih udah negur mas klo mas lagi malas belajar, makasih udah buat mas semangat terus terimakasih adek, tetap semangat jaga kesehatan, tetap sabar tunggu mas yaaa

adek heheeee

Miss u.....

Untuk organisasi yang telah menjadi keluargadan membesarkan ku serta memberi pengalaman yang berharga. terimakasih atas jasanya, terimakasih UKM Diving (Unit Kegiatan Mahasiswa) untuk senior yang telah banyak berbagi pengalamannya Bang Tanjung terimakasih,,

Untuk keluarga BEMM-FTI di Fakultas Teknologi Industri,, terimakasih atas jasanya,, Untuk Wahyu Jumain Hayarullah, S.T, Ilham Setiawan. S.T semangat terus kita kawan, ini baru awal kita melangkah masih banyak rintangan di depan sana, untuk Safwa, Jimi, Miko, Acil, tetap semangat ya jangan menyerah untuk membangun rumah kita BEMM-FTI semakin maju ditangan kalian,,,

Untuk keluarga Teknik Mesin 2013, Terimakasih telah menjadi keluargaku selama ini,, sungguh masa-masa yang tidak terlupakan. bagi teman-teman yang belum segera nyusul ya,, Untuk Rino (Komting angkatan 13), Rendra tetap semangat jangan malas-malas lagi kuliah biar cepat nyusul kami menunggu kawan,,,

Untuk temen kost (Villa) terimakasih kebersamaannya,, cari lagi regenerasinya ya heheh biar gak kosong bso k klo ditinggal,, dan terutama untuk pak Das Edwiza, terimakasih pak atas diizinkan nya kami tinggal di Villa ini sampai saya menyelesaikan kuliah S1 saya,, semoga jasa Bapak dibalas oleh Allah Aamiin. untuk sisul candra tetap semangat sul, pasti bisa,, untuk fajri Fitra semangat terus ya cepat selesai,, kebersamaan ini tidak akan pernah dilupakan.

Untuk semua pihak yang selama ini telah mendukung dan membantu menyelesaikan tugas akhir ini terimakasih banyak maaf kalau adayang belum tersebut namanya, dan mohon maaf jika ada salah nama dan gelar dalam penulis,,

Alhamdulillahirobbil alamiin

Wassalam

KATA PENGANTAR

Segenap rasa puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan dan keselamatan pada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**Analisa Fleksibilitas Pada Sistem Pemipaan Gedung Dengan Variasi Konfigurasi Menggunakan Caesar II**". Sholawat beserta salam penulis ucapkan terutama Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, dan para sahabat-sahabatnya.

Ucapkan terimakasih penulis berikan terutama orang tua yang penulis cintai yang telah memberikan dorongan semangat berupa moral dan material serta doa kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Selanjutnya ucapkan terimakasih kepada bapak Ir. Iman Satria. M.T sebagai pembimbing 1 dan Bapak Dr. Yovial Mahjoedin.Rd. S.T., M.T yang telah memberikan saran, arahan, nasehat dan bimbingannya yang sangar berguna bagi penulis demi terwujudnya tugas akhir ini dengan baik. Ucapan terimakasih juga penulis ucapkan kepada Bapak Dekan Fakultas Teknologi Industri beserta Staff jajarannya dan juga kepada Bapak dan Ibu Dosen serta Civitas Akademik dan Karyawan/i Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta. Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan ketulusan kepada semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan karya tugas akhir ini dengan baik, Aamiin.

Penulis menyadari bahwa dalam penulis tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karna itu, saran dan kritik sangan penulis harapkan. Penulis juga berharap semoga karya tugas akhir ini dapat berguna khususnya untuk penulis sendiri dan umumnya untuk pembaca dan untuk kemajuan ilmu pengetahuan dimasa yang akan datang. Aamiin.

Padang, Juli 2017

Topiqurahman

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

ABSTRAK

BAB I PENDAHULUAN..... 12

- 1.1 Latar Belakang..... 12
- 1.2 Rumusan Masalah..... 14
- 1.3 Batasan Masalah 15
- 1.4 Tujuan Penelitian 15
- 1.5 Sistematika Penulisan 15

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 17

- 2.1 Sistem Pemipaan (Plumbing)..... 17
- 2.2 Teori Dasar Tegangan Pipa..... 18
 - 2.2.1 Kekuatan Tarik 19
 - 2.2.3 Tegangan di Dalam Pipa..... 21
- 2.3 Klasifikasi Beban 24
- 2.4 Teori Kegagalan..... 25
- 2.5 Formula Dasar *Beam* 26
- 2.6 Metoda Guided Cantilever..... 27
- 2.7 Konfigurasi Pipa Lurus 28
- 2.8 Sistem Fleksibilitas Pipa 32
 - 2.7.1 Gaya dan Tegangan Ekspansi Termal 32
 - 2.7.2 Metoda Untuk Menyediakan Fleksibilitas 33
 - 2.7.3 Faktor Intensifikasi Tegangan dan Faktor Fleksibilitas 35
 - 2.7.4 Pengaruh Tekanan Pada Fleksibilitas Pipa 37
 - 2.7.5 Pengaruh Tekanan Pada Fleksibilitas dan Faktor Intensifikasi Tegangan..... 38
 - 2.7.6 Masalah Dengan Fleksibilitas Yang Berlebihan 38
- 2.9 Beban yang Harus Dipertimbangkan 38
- 2.10 Tekanan Desain..... 41
 - 2.9.1 Pipa Lurus 42
 - 2.9.2 Pipa Lengkung 44

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 45

3.1	Standar Pemipaan yang Digunakan	45
3.2	Spesifikasi Pipa dan fluida.....	45
3.3	Tahapan Proses Pemodelan Sistem Pemipaan.....	46
	3.3.1 Urutan Proses Analisa.....	46
3.4	Program CAESAR II	47
	3.4.1 Tahapan Simulasi Dengan CAESAR II.....	48
	3.5.1 Main Menu.....	49
	3.5.2 Memasukan Data Pipa	50
	3.5.3 Pengecekan Model Pipa.....	51
3.5	Analisa Gaya Pada Nozzle Pompa.....	52
	3.5.1 Analisa Data Konfigurasi Lurus	52
	3.5.2 Analisa Data Konfigurasi L	55
	3.5.3 Analisa Data konfigurasi Z.....	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		63
4.1	Hasil Simulasi Sistem Pemipaan	63
	4.1.1 Konfigurasi lurus	63
	4.1.2 Konfigurasi L	65
	4.1.3 Konfigurasi Z.....	67
4.2	Tabel dan grafik hasil perbandingan menggunakan software dan analitik...	70
	4.2.1 grafik pada konfigurasi Lurus.....	70
	4.2.2 grafik pada konfigurasi L.....	71
	4.2.3 Perbandingan Gaya dan Defleksi pada konfigurasi	72
	4.2.4 Perbandingan Temperatur Pada Konfigurasi Lurus.....	74
	4.2.5 Perbandingan Temperatur Pada Konfigurasi L	75
	4.2.6 Perbandingan Temperatur Pada Konfigurasi Z	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		77
5.1	Kesimpulan	77
5.2	Saran	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor fleksibilitas dan SIF.....	36
Tabel 2.2 Faktor fleksibelitas dan faktor intensifikasi tegangan untuk sambungan ..	37
Tabel 2.3 Nilai koefisien y	43
Tabel 3.1 Spesifikasi Pipa dan Fluida.....	45
Tabel 4.1 Hasil simulasi Forces on Elements pada CAESAR II	64
Tabel 4.3 Hasil simulasi Forces on Elements pada CAESAR II	66
Tabel 4.4 Displacements report	67
Tabel 4.5 Hasil simulasi Forces on Elements pada CAESAR II	68
Tabel 4.6 Displacements report	69
Tabel 4.7 Perbandingan gaya pada nozzle pompa dengan perbedaan tinggi pipa (b) (30 ft, 40 ft, 50 m).....	70
Tabel 4.8 Perbandingan gaya pada nozzle pompa dengan perbedaan panjang pipa (e) (115 ft, 120 ft, 125 m).....	71
Tabel 4.7 Perbandingan gaya antara variasi konfigurasi lurus, L, dan Z.....	72
Tabel 4.8 Perbandingan defleksi antara variasi konfigurasi lurus, L, dan Z.....	73
Tabel 4.9 Perbandingan temperatur pada konfigurasi Lurus	74
Tabel 4.10 Perbandingan temperatur pada konfigurasi L	75
Tabel 4.11 Perbandingan temperatur pada konfigurasi Z	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arah Tegangan Pipa	19
Gambar 2.2 Regangan Pada Batang.....	19
Gambar 2.3 Kurva tegangan-regangan	20
Gambar 2.4 Tegangan karena momen torsi	21
Gambar 2.5 Tegangan karena tekanan internal.....	22
Gambar 2.6 Tegangan karena gaya dan momen	23
Gambar 2.7 Formula dasar beam	27
Gambar 2.8 Tipe cantilever beam.....	28
Gambar 2.9 Konfigurasi Lurus	28
Gambar 2.10 Konfigurasi L	28
Gambar 2.11 Konfigurasi Z	29
Gambar 2.12 Lendutan diasumsikan terjadi dalam satu bidang dengan metoda <i>Guided Cantilever</i>	30
Gambar 2.13 Gaya Ekspansi Termal	33
Gambar 2.14 Ekspansi loop pada pipa.....	34
Gambar 2.15 Tegangan ekspansi dengan pendekatan <i>guided cantilever</i>	34
Gambar 2.16 Ovalization pada lengkungan pipa	35
Gambar 2.17 Beban temperatur	40
Gambar 2.18 Ketebalan pipa lurus.....	43
Gambar 3.1 Layout konvegerasi lurus, L dan Z	45
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	46
Gambar 3.3 Diagram alir dari CAESAR II.....	49
Gambar 3.4 Tampilan utama pada <i>software CAESAR II</i>	50
Gambar 3.5 Penginputan data pada <i>software CAESAR II</i>	51
Gambar 3.6 pengecekan error pada CAESAR II	52

Gambar 3.7 <i>Layout</i> konfigurasi lurus	52
Gambar 3.8 <i>Layout</i> konfigurasi L.....	55
Gambar 3.9 <i>Layout</i> konfigurasi Z.....	58
Gambar 4.1 Desain caesar konfigurasi lurus	63
Gambar 4.2 Desain caesar konfigurasi L.....	65
Gambar 4.3 Desain caesar konfigurasi L.....	68
Gambar 4.4 Grafik perbandingan gaya pada nozzle pompa	71
Gambar 4.5 Grafik perbandingan gaya pada nozzle pompa	72
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Gaya Pada Nozzle Pompa Dengan Analitik dan Caesar II	73
Gambar 4.7 grafik perbandingan software dengan analitik pada defleksi di pipa	74
Gambar 4.8 Grafik perbandingan temperatur pada konfigurasi Lurus	75
Gambar 4.9 Grafik perbandingan temperatur pada konfigurasi L	75
Gambar 4.10 Grafik perbandingan temperatur pada konfigurasi Z	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi ini hampir seluruh aspek kehidupan menggunakan teknologi. Dan untuk perkembangan teknologi dibutuhkan sumber daya alam yang cukup. Oleh karena itu, banyak pihak yang melakukan eksplorasi sumber daya alam di seluruh dunia. Salah satu sumber daya alam yang banyak dicari adalah minyak dan gas bumi. Banyak teknologi yang dikembangkan untuk menunjang kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi. Baik itu digunakan untuk kegiatan eksplorasi ataupun distribusi. Salah satu teknologi yang digunakan untuk kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi adalah sistem perpipaan. Sistem perpipaan ini digunakan untuk mengalirkan minyak dan gas hasil eksplorasi baik itu dari suatu sistem produksi atau antar sistem produksi.

Sistem transportasi dan distribusi gas alam, mengangkut gas alam dari sumbernya dan dari tangki penyimpanan ke tempat penggunaannya, seperti pembangkit listrik, fasilitas industri, dan daerah perdagangan dan perumahan. Di pabrik kimia, pabrik kertas, pabrik pengolahan makanan, dan industri lain yang sejenis, sistem pemipaan digunakan untuk mengangkut fluida, bahan kimia, campuran, gas dan uap dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Jaringan pipa pemadam kebakaran di daerah perumahan, perdagangan, industri, dan bangunan lainnya, membawa fluida pencegah kebakaran seperti air, gas, dan bahan kimia untuk melindungi nyawa manusia dan harta bendanya. Sistem pemipaan di pembangkit listrik tenaga uap, mengangkut uap yang mempunyai temperatur tinggi dan bertekanan tinggi untuk menghasilkan listrik. Sistem pemipaan lainnya dalam sebuah

pembangkit listrik mengangkut air bertekanan rendah dan tinggi, bahan-bahan kimia, dan uap bertekanan rendah. (Bhave, dkk. 2016)

Sistem perpipaan ini harus mampu menahan semua beban yang bekerja baik beban yang besarnya tetap sepanjang waktu (beban statik) maupun beban yang berubah-ubah menurut fungsi waktu (beban dinamik). Kemampuan sistem perpipaan untuk menahan beban yang bekerja sehingga tidak menimbulkan kegagalan yang dikenal sebagai fleksibilitas sistem pemipaan.

Analisa fleksibilitas stress merupakan analisa yang perlu dilakukan untuk memastikan bahwa sistem perpipaan pada kondisi oprasi yang aman. Sistem perpipaan harus mempunyai fleksibitas yang cukup sehingga ekspansi termal dan kontraksi atau pergerakan dari *supports* dan titik persambungan tidak akan menyebabkan :

- a) Kegagalan dari pipa atau *support* dari *overstress* atau *fatigue*.
- b) Kebocoran pada sambungan.
- c) Distorsi pada pipa atau pada titik sambungan *equipment* (contohnya pompa, bejana atau katup) yang dihasilkan akibat gaya atau momen pada pipa.

Instalasi perpipaan itu sendiri akan rusak apabila tidak disediakan tempat untuk ekspansi akibat pertambahan panjang atau penyusutan pipa tersebut. Panjang pipa akan berubah dengan berubahnya temperatur didalam pipa dan temperatur pipa itu sendiri dipengaruhi oleh besarnya temperatur cairan atau gas didalam serta temperatur sekelilingnya. Pertambahan panjang atau penyusutan pipa selain ditentukan oleh perubahan temperatur pipa juga bergantung pada jenis bahan pipa serta panjang pipa itu sendiri (Murni, 2004). Disamping itu, *nozzle* pipa menerima beban yang besar, akan membuat pompa rusak. Hal ini disebabkan karena terjadinya

pergeseran poros akibat gaya dorong pada nozzle pipa yang besar, dan juga dapat mengakibatkan bantalan poros cepat rusak.

Optimasi sistem pemipaan bisa dilakukan berdasarkan pada parameter hidrolis seperti, laju aliran, kecepatan, penurunan tekanan (*Pressure drop*), dan jaringan pemipaan. Parameter desain yang berhubungan dengan teknik mesin seperti gaya dan ekspansi, ketebalan pipa, dan konfigurasi pipa juga mempunyai peranan dalam optimasi sistem pemipaan.

Peng, dkk (2009) telah mengidentifikasi bahwa beban izin pipa pada nozzle peralatan rotating yang diberikan oleh pihak pabrik sangat rendah. Begitu juga menurut William, dkk (1999) telah mempelajari bahwa masalah reliability bertanggung jawab terhadap besarnya biaya maintenance dan kehilangan kesempatan untuk memberikan hasil pada pabrik kimia, pengolahan, dan juga pada pembangkit listrik. Takio Shimizu, dkk (1986) di dalam penelitiannya telah mendiskusikan tentang perpindahan ujung poros dari centerlines mounted pump di bawah beban nozzle. Liang Chuan Peng (1993) telah mempelajari bahwa beban dan tegangan/ fleksibilitas diberikan dari sistem pemipaan yang terhubung bisa memberikan pengaruh yang besar terhadap peralatan. Ghule, dkk (2014) juga telah melakukan penelitian terhadap pengaruh modifikasi layout sistem pemipaan dan pengaruh faktor gesekan terhadap beban izin nozzle pompa.

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dilakukan **“ANALISA FLEKSIBILITAS PADA SISTEM PEMIPAAN GEDUNG DENGAN VARIASI KONFIGURASI MENGGUNAKAN CAESAR II”**. Penelitian ini akan dilakukan dengan menentukan layout sistem pemipaan, dengan menggunakan bantuan software CAESAR II untuk menganalisa Fleksibilitas yang terjadi pada sistem pemipaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian latar belakang, kita bisa melihat terdapat masalah yang sering terjadi. Adapun perumusan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mengetahui gaya dan defleksi yang terjadi pada sebuah sistem pemipaan di gedung (*plumbing*) yang tersambung pada nozzle pompa?
2. Bagaimana cara menganalisa desain sistem pemipaan sesuai dengan *standar code* ASME B31.3 ?
3. Bagaimana cara menganalisa desain sistem pemipaan menggunakan software CAESAR II?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Perhitungan menggunakan analisa Analitik untuk menentukan aman atau tidaknya suatu sistem pemipaan.
2. Analisa dengan menggunakan bantuan software CAESAR II.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Untuk dapat menganalisa gaya dan defleksi yang terjadi pada sebuah sistem pemipaan yang tersambung pada nozzle pompa.
2. Untuk dapat menganalisa desain sistem pemipaan sesuai dengan *standar code* ASME B31.3.
3. Untuk dapat menganalisa desain sistem pemipaan menggunakan software CAESAR II.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini terdiri atas 5 bab. Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab pendahuluan ini, penulis mencoba menguraikan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan yang diharapkan serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan mengenai landasan teori-teori yang menunjang dalam pembuatan tugas akhir.

BAB III PEMODELAN DAN ANALISA FLEKSIBELITAS PIPA

Dalam bab ini akan dibahas mengenai tahapan-tahapan desain yang terdiri dari tahap penyelesaian tugas akhir, persiapan, pengumpulan data, metode pengumpulan dan analisis data, perencanaan detail struktur sistem pemipaan, analisa statik, dan gambar desain.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang analisa desain dan pembahasan hasil desain sistem pemipaan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulisan skripsi ini.