

**PERANCANGAN AIR RECEIVER TANK DAN KOMPRESOR UNTUK  
KEBUTUHAN PIGGING DI JARINGAN PEMIPAAN LOADING DAN  
UNLOADING CRUDE PALM OIL**

**Alfian Nurrohman<sup>1</sup>, Sri Widodo<sup>2</sup>, Sigit Joko Purnomo<sup>3</sup>**

*Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar*

*Jl. Jalan Kapten Suparman 39 Magelang 56116*

Email: [alfian.rohman1999@gmail.com](mailto:alfian.rohman1999@gmail.com)

**ABSTRAK**

Pada sistem kerjanya proses *loading* maupun *unloading* sering kali fluida tertinggal yang mengakibatkan timbul kerak pada pipa. Bengkulu *Bulking Station* mengatasinya dengan cara memasang *pigging*, alat yang gunanya membersihkan kerak yang menempel atau mendeteksi adanya kerusakan pipa. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut perusahaan merancang *air receiver tank* dan kompresor, maka diperlukan perancangan untuk mengetahui aman atau tidaknya yang disebabkan oleh tekanan dan tegangan yang terjadi tentunya berstandar internasional sehingga memiliki tingkat keamanan yang baik. Penelitian ini mendapatkan hasil nilai tebal *head* yang menggunakan material SA516 Gr.60 didapatkan nilai sebesar 0,01023 m dan tebal *shell* menggunakan material SA516 Gr.60 didapatkan nilai sebesar 0.010287 m. Pada nilai beban tekanan luar *shell* didapat 163,853 kpa, sedangkan nilai beban tekanan luar *head* didapat 387,678 kpa, dinyatakan aman karena nilai ini lebih besar dibandingkan nilai tekanan luar(*full vacuum*) sebesar 101,352 kpa. Untuk nilai tegangan geser yang diakibatkan beban angin sebesar 31,026 pa yaitu 92,922 N/m dan memiliki momen sebesar 741,055 N/m. Sedangkan nilai total geser gempa sebesar 7479320,9016 N. Dengan perhitungan yang ada kompresor yang terpilih adalah kompresor jenis *reciprocating two stage*.

**Kata kunci:** *Pigging, Air Receiver Tank, Loading, Unloading, Kompresor.*

**ABSTRACT**

*In the working system, the loading and unloading process is often left behind which causes scale to appear on the pipe. Bengkulu Bulking Station overcomes this by installing pigging, a tool that is used to clean the attached crust or detect pipe damage. To meet these needs, the company designs air receiver tanks and compressors, so a design is needed to find out whether it is safe or not caused by pressure and tension that occurs, of course with international standards so that it has a good level of security. In this study, the thickness of the head using SA516 Gr.60 material obtained a value of 0.01023 m and the thickness of the shell using SA516 Gr.60 material obtained a value of 0.010287 m. At the shell external pressure load value obtained 163.853 kPa, while the external head pressure load value obtained 387.678 kPa, declared safe because this value is greater than the external pressure value (full vacuum) of 101.352 kPa. The value of the shear stress caused by the wind load is 31.026 pa, which is 92.922 N/m and has a moment of 741.055 N/m. While the total value of earthquake shear is 7479320.9016 N. With the existing calculations, the selected compressor is a two-stage reciprocating compressor.*

**Keyword:** *Pigging, Air Receiver Tank, Loading, Unloading, Compressor.*

## 1. PENDAHULUAN

Semakin banyaknya permintaan konsumen pada produk kelapa sawit maka banyak pula perkembangan industri kelapa sawit. Dalam beberapa aktifitas kerja sistem penerimaan ataupun pengiriman CPO tidak dapat dipisahkan. Di dalam proses bongkar muat tidak bisa terlepas dari aktivitas *loading* dan *unloading*. *Loading* yaitu pemindahan barang dari dermaga ke atas kapal, sedangkan *unloading* yaitu aktivitas pemindahan barang dari kapal ke dermaga atau lainnya. Pada proses *loading* maupun *unloading* sering kali fluida tertinggal yang mengakibatkan timbul kerak pada pipa. Bengkulu *Bulking Station* mengatasinya dengan cara memasang *pigging*, alat yang gunanya membersihkan kerak yang menempel atau mendeteksi adanya kerusakan pipa. Fluida yang bertekanan tersebut pastinya mempunyai wadah yang biasa disebut *receiver tank*. Pengaplikasian dari *vessel* dapat berupa tangki bahan kimia cair, tangki udara, tabung hampa udara, dan tangki bahan bakar gas. Tegangan yang timbul disebabkan oleh beban-beban yang ditanggung bejana, hal itu menjadi tolak ukur penting (Yohana, dkk. 2019).

Pada penelitian Diyantama FH, dkk (2019) mendapatkan hasil berupa perhitungan bejana tekan dan setelah itu dibandingkan dengan *software PV Elite* mendapatkan kesimpulan ketebalan bejana tekan untuk tekanan eksternal dan internal sudah tergolong aman.

Pada penelitian ini membahas masalah perancangan bejana tekan vertikal separator kluster 4 mencakup perhitungan pembebanan dan penentuan ukuran komponen sehingga diketahui tekanan maksimum yang diijinkan dan tegangan yang terjadi dengan menemukan hasil bahwa tebal *head* dan *shell* yaitu 20 mm dan dengan diameter 1700 mm, tegangan yang terjadi pada tegangan di saat operasi kurang dari tegangan maksimal yang diijinkan pada material dan di temperatur operasi maka *shell* dan *head* aman. Besar kuran *nozzle* yang dipakai guna *inlet* dan *steam outlet* 20" *schedule* 40, serta untuk *brine outlet* 4" *schedule* 160. Jenis *flange* untuk segala *nozzle* yaitu RWFN. Kesimpulan yang didapat bejana tekan ini cukup aman karena memiliki tegangan kerja dibawah tegangan yang diijinkan(dikutip dari Fathoni JR, dkk. 2014).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Barun, Aznam, Fitroh Malik 2013 tentang desain konstruksi bejana tekan untuk separator gas

(kap. 9 *mmscfd*), minyak, dan air (masing-masing kap. 200 *barrel/hari*) diketahui penulis melakukan penelitian ini dikarenakan ingin merencanakan sebuah wadah fluida yang berbeda jenis yang memiliki hasil perhitungan tebal *shell* sebesar 28 mm diperoleh tekanan kerja maksimum yang diijinkan terkena korosi adalah 1328,24 *Psi* dan pada saat kondisi baru tidak terkena korosi yaitu 1503,28 *Psi*, untuk perancangan *head* dengan tebal 31,75 mm tekanan kerja maksimal yang diijinkan terkena korosi yaitu 1362,69 *Psi* dan di kondisi baru tidak terkena korosi yaitu 1769,92 *Psi*.

Pada penelitian Manullang, Efrando, dkk (2016) memiliki hasil simulasi *inner vessel* yaitu sebesar 203,79 MPa, dan untuk tegangan nominalnya adalah 33,965 MPa. Di dalam perhitungan analitiknya diperoleh tegang nominal sebesar 37,24 MPa. Maka dinyatakan tegangan yang terjadi dalam taraf aman, hal itu disebabkan karena tegangan yang telah terjadi lebih kecil daripada tegangan ijin.

Pada penelitian Meylia Rodiawati dkk tahun 2013 berjudul perancangan bejana tekan (*pressure vessel*) untuk pengolahan limbah kelapa sawit dengan variabel kapasitas produksi 10.000 ton/bulan didapatkan hasil dimensi konstruksi bejana tekan yaitu diameter sebesar 3,82 meter, panjang sebesar 30 meter, tebal *shell* sebesar 9,525 mm, tebal *head* sebesar 12,7 mm. Dan untuk tegangan searah (*longitudinal stress*) di dinding bejana tekan lebih kecil 29,47 MPa jika dibandingkan dengan tegangan ijin material yang digunakan 174,8 MPa, maka bejana tekan dinyatakan aman. Untuk perhitungan tegangan melingkar (*Circumferential Stress*) di dinding bejana tekan lebih kecil 58,9 MPa dari pada tegangan ijin material yang digunakan 174,8 MPa, maka bejana tekan tersebut dinyatakan aman.

## 2. Metode

### 2.1 Lokasi Penelitian

Riset terjadi pada bulan April-November 2021 dan bertempat di Gedung Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar, dan Bengkulu *Bulking Station*.

### 2.2 Tahap Penelitian

Adapun beberapa langkah untuk melakukan penelitian yaitu meliputi :

1. Studi literatur tentang *air receiver tank* dan kompresor.
2. Pengumpulan data-data perancangan yang meliputi data *air receiver tank* bersumber dari IPC *Port Of Bengkulu* dan kompresor bersumber dari PT 3S *ENGINEERING*.
3. Analisis jalur pipa *loading* dan *unloading* menggunakan *software Pipe Flow Expert*.
4. Perhitungan dimensi *air receiver tank*
5. Analisa tekanan dan tegangan.
6. Mendesain *air receiver tank* sesuai dengan perhitungan.
7. Memilih jenis kompresor yang cocok dengan perhitungan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Perancangan *air receiver tank* dan pemilihan kompresor mendapatkan data dari *software Pipe Flow Expert* hasil sebagai berikut :  
 Material pipa : *Steel* (ANSI sch.40)  
 Diameter pipa *unloading* : 6 inch  
 Diameter pipa *loading* : 10 inch  
 Massa jenis udara : 1,203996 kg/m<sup>3</sup>  
 Panjang pipa *loading* : 1.105 m  
 Panjang pipa *unloading* : 441 m  
 Kapasitas *Unloading* : 3752 SCMH  
 Kapasitas *Loading* : 8650 SCMH

#### 3.1 Perhitungan Dimensi Head dan Shell

Tebal Head

$$t_h = \frac{P \cdot D_{corr}}{2 \cdot S \cdot E - 0,2 \cdot P} + CA$$

$$= \frac{145.037 \text{ psi} \cdot 78.976 \text{ in}}{2.20015,207 \text{ psi} \cdot 1 - 0,2 \cdot 145.037 \text{ psi}} + 0,118 \text{ in}$$

$$= 0,285 \text{ in} + 0,118 \text{ in}$$

$$= 0,403 \text{ in}$$

$$= 0,01023 \text{ m}$$



Gambar 1. Desain Head

Tebal Shell

$$t_s = \frac{P \cdot R_{corr}}{S \cdot E - 0,6 \cdot P} + CA$$

$$= \frac{145.037 \text{ psi} \cdot 39.488 \text{ in}}{20015,207 \text{ psi} \cdot 1 - 0,6 \cdot 145.037 \text{ psi}} + 0,118 \text{ in}$$

$$= 0,287 \text{ in} + 0,118 \text{ in}$$

$$= 0,405 \text{ in}$$

$$= 0.010287 \text{ m}$$



Gambar 2. Desain Shell



Gambar 3. Desain Tabung Air Receiver Tank

#### 3.2 Analisis Tekanan dan Tegangan

##### 1. MAWP Head dan Shell

$$MAWP_{head} = \frac{2 \cdot S \cdot E \cdot t_{corr}}{D_{corr} + 0,2 \cdot t_{corr}}$$

$$= \frac{2 \cdot 20015,207 \text{ psi} \cdot 1 \cdot 0,285 \text{ in}}{78.976 \text{ in} + 0,2 \cdot 0,285 \text{ in}}$$

$$= 144,353 \text{ psi}$$

$$= 995,278 \text{ kpa}$$

$$MAWP_{shell} = \frac{S \cdot E \cdot t_{corr}}{R_{corr} + 0,6 \cdot t_{corr}}$$

$$= \frac{20015,207 \text{ psi} \cdot 1 \cdot 0,287 \text{ in}}{39,488 \text{ in} + 0,6 \cdot 0,287 \text{ in}}$$

$$= 144,839 \text{ psi}$$

$$= 998,628 \text{ kpa}$$

MAWP terkecil adalah MAWP yang dipakai untuk MAWP bejana tekan.

##### 2. Tes Hidrostatik

$$P = MAWP$$

$$+ \text{safety factor for static head}$$

$$= 144,353 \text{ psi} + 9,957 \text{ psi}$$

$$= 154,31 \text{ psi}$$

$$= 106,329 \text{ kpa}$$

##### 3. Beban Tekanan Luar

###### a. Shell

$$P_a = \frac{4 \cdot B}{3 \left( \frac{D_o}{t} \right)}$$

$$= \frac{4 \cdot 3500 \text{ psi}}{3 \left( \frac{79,527 \text{ in}}{0,405 \text{ in}} \right)}$$

$$= 23,765 \text{ psi}$$

$$= 163,853 \text{ kpa}$$

###### b. Head

$$P_a = \frac{B}{R_o/t}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{10000 \text{ psi}}{71,595 \text{ in}/0,403 \text{ in}} \\
 &= 56,288 \text{ psi} \\
 &= 387,678 \text{ kpa}
 \end{aligned}$$

Nilai ini lebih besar dibandingkan nilai tekanan luar (*full vacuum*) sebesar 101,352 kpa maka dinyatakan aman.

#### 4. a. Beban Angin

$$\begin{aligned}
 P_w &= 0,0025 \times V_w^2 \\
 &= 0,0025 \times (16,105 \text{ mph})^2 \\
 &= 0,6484 \text{ lb/ft}^2 \\
 &= 31,026 \text{ pa}
 \end{aligned}$$

Tegangan Geser

$$\begin{aligned}
 V &= P_w \cdot D_o \cdot H \\
 &= 0,6484 \text{ lb/ft}^2 \times 6.627 \text{ ft} \times 15.950 \text{ ft} \\
 &= 68,536 \text{ lb} \\
 &= 304.863 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Momen

$$\begin{aligned}
 M &= V \cdot h \\
 &= 68,536 \text{ lb} \times 7,975 \text{ ft} \\
 &= 546,5746 \text{ lb/ft} \\
 &= 741,055 \text{ N/m}
 \end{aligned}$$

#### b. Beban Gempa

$$\begin{aligned}
 V &= Z I K C S W \\
 &= 0,3 \times 1 \times 2 \times 2,927 \\
 &\quad \times 1,5 \times 638278,946 \text{ lb} \\
 &= 1681418,227 \text{ lb} \\
 &= 7479320,9016 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Total Gaya Gempa Horizontal

$$\begin{aligned}
 Ft &= 0,07 \cdot T \cdot V \\
 &= 0,07 \times 0,279 \text{ s} \times 72202,114 \text{ lb} \\
 &= 1410,107 \text{ lb} \\
 &= 6272,468 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Momen

$$\begin{aligned}
 M &= Ft \cdot H + (V - Ft) \cdot \frac{2H}{3} \\
 &= 1410,107 \text{ lb} \times 15.950 \text{ ft} \\
 &+ (72202,114 \text{ lb} - 1410,107 \text{ lb}) \cdot \frac{2 \cdot 15.950 \text{ ft}}{3} \\
 &= 775246,214 \text{ lb/ft} \\
 &= 1051092,73 \text{ N/m}
 \end{aligned}$$

### 3.3 Perhitungan *Pressure Drop* Kompresor

Kerugian mayor dihitung dengan menggunakan rumus

$$\Delta P_{\text{mayor}} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \times \rho$$

Dengan hasil  $\Delta P_{\text{mayor loading suction}}$  0,0253 Bar

$\Delta P_{\text{mayor loading discharge}}$  0,0558 Bar

$\Delta P_{\text{mayor unloading suction}}$  0,000379 Bar

$\Delta P_{\text{mayor unloading discharge}}$  0,0833 Bar

Kerugian minor dihitung dengan menggunakan rumus

$$\Delta P_{\text{minor}} = k \times \frac{v^2}{2g} \times \rho$$

Dengan hasil

$\Delta P_{\text{GV suction}}$  = 0.000151 Bar

$\Delta P_{\text{MB 90° suction}}$  = 0.01286 Bar

$\Delta P_{\text{MB 90° discharge}}$  = 0.01636 Bar

$\Delta P_{\text{GV suction}}$  = 0.000237 Bar

$\Delta P_{\text{MB 90° discharge}}$  = 0.02695 Bar

Dengan demikian didapat nilai total jalur

$\Delta P_{\text{total loading}}$  = 0,1105 Bar

$\Delta P_{\text{total unloading}}$  = 0.1109 Bar

### 3.4 Pemilihan Kompresor Pada Jalur

#### *Loading dan Unloading*

Pada hasil perhitungan kerugian total pada jalur *loading* dan *unloading* maka ditentukan tekanan yang dibutuhkan menggunakan persamaan sebagai berikut.

#### 1. Kebutuhan tekanan jalur *loading*

$$\begin{aligned}
 P_{\text{kom}} &= P_{\text{pressure tank}} + \Delta P_{\text{total}} \\
 &= 10 \text{ Bar} + 0,1105 \text{ Bar} \\
 &= 10,1105 \text{ Bar} \\
 &= 1011,05 \text{ kpa}
 \end{aligned}$$

#### 2. Kebutuhan tekanan jalur *unloading*

$$\begin{aligned}
 P_{\text{kom}} &= P_{\text{pressure tank}} + \Delta P_{\text{total}} \\
 &= 10 \text{ Bar} + 0.1109 \text{ Bar} \\
 &= 10,1109 \text{ Bar} \\
 &= 1011,09 \text{ kpa}
 \end{aligned}$$

Dengan hasil yang diketahui tersebut dari jalur *loading* yang mempunyai tekanan sebesar 10,1105 Bar atau 1011,05 kpa dan kapasitas 1,0422 m<sup>3</sup>/s. Lalu jalur *unloading* yang mempunyai tekanan 10,1109 Bar atau 1011,09 kpa dan kapasitas 2,402 m<sup>3</sup>/s, maka dapat disimpulkan spesifikasi kompresor yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan pada *pressure tank* adalah kompresor *reciprocating two stage*.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan, untuk perancangan *air receiver tank* dan pemilihan kompresor maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai tebal *head* yang menggunakan material SA516 Gr.60 didapatkan nilai sebesar 0,01023 m dan tebal *shell* menggunakan material SA516 Gr.60 didapatkan nilai sebesar 0.010287 m.
2. Nilai beban tekanan luar *shell* yang didapat berdasarkan perhitungan yaitu sebesar 163,853 kpa, dikarenakan nilai ini lebih besar dibandingkan nilai tekanan luar(*full vacuum*) sebesar 101,352 kpa maka dinyatakan aman. Sedangkan nilai beban tekanan luar *head* yang didapat berdasarkan perhitungan yaitu sebesar 387,678 kpa, dikarenakan nilai ini lebih besar dibandingkan nilai tekanan luar(*full vacuum*) sebesar 101,352 kpa maka dinyatakan aman.
3. Nilai tegangan geser yang diakibatkan beban angin sebesar 31,026 pa yaitu 92,922 N/m dan memiliki momen sebesar 741,055 N/m. Sedangkan nilai total geser gempa sebesar 7479320,9016 N.
4. Berdasarkan hasil perhitungan maka kompresor yang terpilih adalah kompresor jenis *reciprocating two stage*.

## 5. Daftar Pustaka

- Adiba Faisal Yanuar. 2016. Pemilihan Kompresor Pada Instalasi Udara Bertekanan Sistem Pneumatik Hidrolik Di Pressure Tank Line Indoor PT. PJB Unit Pembangkit Brantas. Fakultas Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Anonim, Rule For Construction of Pressure Vessel, Section VIII Division 1, ASME, New York, 2001
- Anonim, Materials, Division II Part D-Properties, ASME, New York, 2001
- Aziz, Abdul. Abdul Hamid. Imam Hidayat. 2014. Perancangan Bejana Tekan (*Pressure Vessel*) Untuk Separasi 3 Fasa. Vol.18 No.1. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. ISSN: 1410-2331.
- Barun, Aznam & Fitroh Malik. Design Kontruksi Bejana Tekan Untuk Separator Gas (Kap. 9 mmscf), Oil (Kap. 200 Barrel/Hari) Dan Water (Kap. 200 Barel/hari). Jurnal Sintek. Vol 7 No 2. ISSN: 2088-9038.
- Brown, Royce N. 2005. *Compressor : Selection and Sijing, 3rd edition. Elviser Science & Technology Books.*
- Buthod Paul, 1986, *Pressure Vessel Handbook, Pressure Vessel Handbook Publishing Inc, Tulsa*
- Cahyono, Edi. 2004. Perancangan bejana tekan vertikal berisi udara untuk peralatan pneumatik kapasitas 8,25 m<sup>3</sup> Dengan tekanan kerja 5,7 kg/cm<sup>2</sup>. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Diyantama, Fakhri Hermadigi. Moh Miftachul Munir. Fipka Bisono. 2019. Analisa Perhitungan Optimum Thickness, MAWP, Tegangan, dan Lifetime pada Gas Dryer dengan Material A516M Gr. 70 pada Proyek SPBG (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas). ISSN: 2656-0933.
- Fathoni, Jundan Rais. Joko Waluyo. Rachmat Sriwijaya. 2014. Perancangan Bejana Tekan Vertikal Berbasis Code ASME VIII Divisi 1 (Studi Kasus Separator Unit Karaha PT. Pertamina Geothermal Energy). ISBN: 978-602-70455-0-7. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Investment,Indonesia.KelapaSawit.<https://www.indonesia.investments.com/id/bisnis/komoditas/minyak-sawit/item166>. 18-01-2021
- Khambali Khamdan.2017. Perancangan Bejana Tekan Vertikal Air ReceiverKapasitas 50 m3, Tekanan Desain Internal 0,99 MPa, dan Temperatur Desain 70,8°C, dengan Bantuan Software PV Elite 2016. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Manullang, Efrando. Stenly Tangkuman. Benny L. Maluegha. 2016. Analisa Tegangan Pada Bejana Tekan Vertikal 13ZL100040291 DI PT. Aneka Gas Industri. Vol 05 No 02. Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi.
- Megyesy, Eugene F., 1998. "*Pressure Vessel Handbook (Eleventh Edition)*". American: Pressure Vessel publishing, INC.
- Permadi Gurun Wisnu. 2018. Perancangan Ulang Bejana Tekan Vertikal Fuel Gas Scrubber Kapasitas 6 m<sup>3</sup>, Tekanan Internal 40 barg, Tekanan Eksternal Full Vacuum dan Temperatur 120°C, Menggunakan Software PV Elite 2014. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Pratama Muhammad Ikhsan. 2019. Analisa Kapasitas Dan Tekanan Kerja Kompresor Udara Pada Mesin Blow Molding Tipe CD-190 Di PT. Pacific Medan Industri. Fakultas

Teknik.Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Utara.

Pritchard, Philip J. 2011. Fox and McDonald's  
*Introduction to Fluid Mechanics 8th Edition*.  
John Wiley & sons, inc.

Rodiawati, Meylia, A. Yudi Eka Risano, Ahmad  
Su'udi. 2013. Perancangan Bajana Tekan  
(Pressure Vessel) Untuk Pengolahan Limbah  
Kelapa Sawit Dengan Variabel Kapasitas  
Produksi 10.000 Ton/bulan. Jurnal Fema.  
Vol 1 No 4.

Simanullang Immanuel. 2018. Analisa  
Experimental Dan Simulasi Sistem  
Pemipaan Alat Pemanas Air Tenaga Surya  
Sistem Hybrid Menggunakan Software Pipe  
Flow Expert.Fakultas Teknik Universitas  
Sumatera Utara.

Sularso, Tahara, H., 2004, Pompa dan Kompresor :  
Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan,  
PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Supriani, Fepy. 2009. Studi Mitigasi Gempa di  
Bengkulu dengan Membangun Rumah  
Tahan Gempa : Jurnal Teknik Sipil Inersia  
Vol 1 No. 1. Staf pengajar Program Studi  
Teknik Sipil Universitas Bengkulu.