

PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK PADA UNIT *MOBLIE CORE SAMPLER*

Fitria Adhi Geha Nusa¹⁾, Sugiyanto²⁾

Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada
Jl. Yacaranda, Sekip Unit IV Yogyakarta 55281
adhigea@gmail.com¹⁾, sugiyanto.ugm@gmail.com²⁾

Abstrak

Sugarcane Core Sampler merupakan suatu alat berat sektor perkebunan yang berfungsi untuk mengambil sample tebu dan mengetahui nilai kandungan rendemen dalam tebu. *Sugarcane Core Sampler* merupakan produk baru yang sedang dikembangkan oleh PT. United Tractors Pandu Engineering untuk mengatasi masalah tentang penentuan nilai rendemen gula individu yang terjadi di pabrik gula. Dalam pengoperasiannya *Sugarcane Core Sampler* ini menggunakan sistem hidrolik sebagai penggerak utama, baik untuk menaikkan platform, mengambil sample tebu dan mendorongnya keluar dari silinder probe. Agar sistem hidrolik bekerja secara optimal, maka perlu dilakukan perancangan dan perhitungan spesifikasi komponen yang akan digunakan pada silinder tilting, ejector, hydraulic pump, dan reservoir (tangki hidrolik). Selain itu juga dilakukan pembahasan perbedaan antara *Sugarcane Core Sampler* model fix dan mobile. Pada perancangan ini menggunakan metode studi wawancara dan studi literatur. Menghitung distribusi beban yang akan diterima pada masing-masing silinder, dan menghitung spesifikasi silinder yang dibutuhkan. Menentukan spesifikasi pompa berdasarkan flow terbesar dan menghitung semua kebutuhan fluida dengan memperhatikan safety factor untuk menentukan kapasitas tangki hidrolik. Dari hasil perhitungan didapatkan inside diameter silinder tilting Ø100mm dengan silinder rod Ø56mm dan inside diameter silinder ejector Ø32mm dengan silinder rod Ø18mm. Pada pompa flow terbesar yang dibutuhkan adalah 51,81 lpm dan displacement 43 cc/rev, dari hasil perhitungan maka ditentukan pompa yang digunakan adalah tipe piston pump dengan displacement 41 cc/rev. Untuk kapasitas tangki hidrolik yang dibutuhkan pada semua sistem hidrolik adalah 177 liter.

Kata Kunci : “*Sugarcane Core Sampler*”, “silinder hidrolik”, “pompa”, “reservoir”.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris dan sebagian besar penduduknya bermata pencaharian bidang pertanian. Salah satu subsektor pertanian tersebut adalah perkebunan. Secara umum bidang perkebunan mempunyai peranan yang sangat besar dalam penyedia lapangan pekerjaan, ketersediaan pangan dan pertumbuhan ekonomi. Ditinjau dari segi peningkatan produksinya perkembangan perkebunan di Indonesia telah menunjukkan kemajuan yang sangat pesat, seperti komoditas sawit, karet, tebu, teh, kakao, kopi, maupun perkebunan lainnya. Berkembangnya komoditas perkebunan saat ini menyebabkan beberapa pabrik bersaing ketat untuk menghasilkan produk terbaiknya.

Salah satu komoditas yang berkembang saat ini yaitu tanaman tebu. Tanaman tebu merupakan *famili Gramineae* (keluarga rumput) dengan nama latin *Saccharum officinarum* yang sudah dibudidayakan sejak

lama di daerah asalnya di Asia (Syakir dan Indrawanto, 2010). Menurut Ditjenbun (2011), luas areal tebu mencapai 418.260 ha tersebar di Jawa, Sumatra dan Sulawesi. Dari luas areal tersebut terbanyak di Jawa Timur yaitu mencapai 193.573 ha (54%). Masa tanam optimal tebu ada dua pola, yaitu pola pertama pada awal musim kemarau sekitar Mei-Agustus, sedangkan pola kedua pada awal musim hujan September-November (Ditjenbun, 2011).

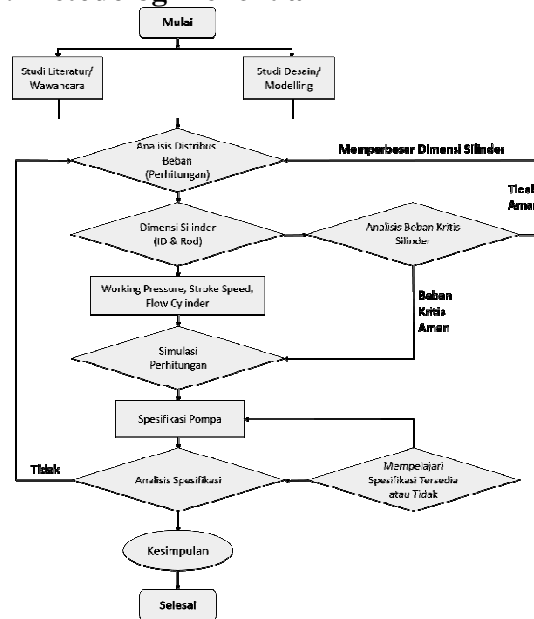
Masalah yang hingga kini sering dihadapi antara petani dengan perusahaan tebu yaitu hasil kadar gula (rendemen) para petani yang belum akurat dan menunggu dalam waktu yang lama untuk mendapatkan hasilnya saat penjualan ke beberapa perusahaan. Saat ini, pabrik-pabrik gula di Indonesia mayoritas untuk menentukan nilai kadar gula untuk para petani berdasarkan Nira Perahan Pertama (NPP). Dengan metode seperti itu akan memakan waktu yang sangat panjang dan membuat tebu menunggu lama untuk proses penggilingan. Salah satu teknologi

untuk meningkatkan keakuratan rendemen dan dalam waktu yang singkat, yaitu menggunakan alat *Sugarcane Core Sampler*. *Sugarcane Core Sampler* adalah alat yang digunakan untuk mengambil *sample* tebu dari *truck* atau *trailer* dalam jumlah tertentu yang kemudian dianalisa untuk mengetahui kandungan rendemennya. Selain mampu memberikan akurasi data yang tinggi, dengan menggunakan alat *Sugarcane Core Sampler* mampu menjadi dasar *screening* kualitas tebu secara cepat bagi pabrik, sehingga kemungkinan untuk menyeragamkan kualitas tebu yang akan digiling di pabrik dapat dilakukan (Rifai Rahman S, 2013). Terdapat 2 tipe *Core Sampler* di dunia, yaitu tipe horizontal dan tipe vertikal

PT United Tractors Pandu Engineering (PATRIA) merupakan salah satu perusahaan multinasional yang bergerak di bidang industri alat berat. Pada sektor *forestry & agro* selain memproduksi *Composting Tower*, saat ini sedang mengembangkan produk baru yaitu *Sugarcane Core Sampler* dengan bentuk *mobile*. Bentuk *mobile* ini diklaim merupakan yang pertam dalam dunia indutri gula. Pada saat ini *Sugarcane Core Sampler* yang dikembangkan masih dalam bentuk *fix* sehingga para petani tebu harus ke pabrik dan menunggu lama untuk mengetahui kandungan rendemennya.

Sugarcane Core Sampler model *mobile* yang bisa dipindahkan inidikembangkan dengan menggunakan sistem hidrolik sebagai penggerak utama, baik untuk menurunkan unit dari *truck* maupun untuk menaikannya kembali. Sistem hidrolik pada unit *Sugarcane Core Sampler* ini terdapat 3 komponen utama, yaitu *power pack*, *control element* dan *actuator*. Agar unit ini bisa bekerja dengan baik, maka pada sistem hidrolik perlu dilakukan perancangan dan perhitungan untuk pemilihan komponen yang akan digunakan, terutama pada *cylinder hydraulic*, *hydraulic pump*, dan *reservoir* (tangki hidrolik).

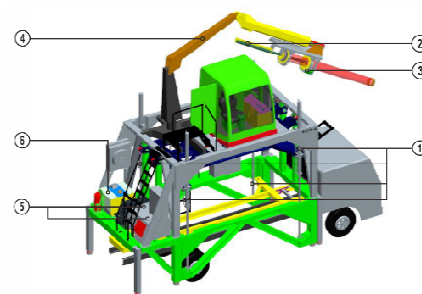
2. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Diagram alur Perancangan

Dalam proses perancangan perlu dilakukan sistematika alur yang jelas dan tepat untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Proses tersebut memerlukan alur perhitungan sehingga dapat mempermudah dalam merancang dan menentukan spesifikasi komponen yang dihitung. *Flowchart* perhitungan silinder, pompa, dan tangki hidrolik dapat dilihat pada Gambar 1. Pada perancangan ini dilakukan beberapa tahapan yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1) Melakukan metode penelitian berdasarkan studi literatur dan studi desain/ modelling.

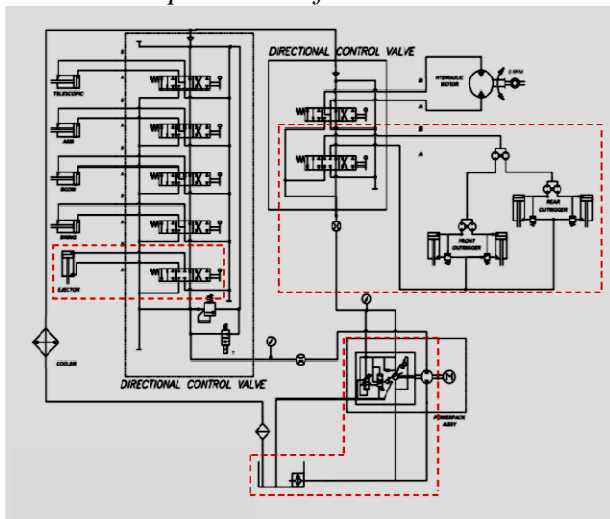


Gambar 2. Bagian-Bagian Sistem Hidrolik Unit *Sugarcane Core Sampler*

Keterangan:

1. Silinder *Tilting*
2. Silinder *Ejector*
3. Motor Hidrolik
4. Hyva Crane (*Swing, Boom, Arm, Telescopic*)
5. Pompa 1 dan Pompa 2
6. Tangki Hidrolik (*Reservoir*)

- 2) Analisa distribusi beban pada masing-masing silinder dan menghitung dimensi silinder.
- 3) Analisa beban kritis, menghitung *working pressure*, *stroke speed*, dan *flow cylinder*.
- 4) Menentukan spesifikasi yang digunakan sesuai dengan kebutuhan dan dilakukan analisa mengenai spesifikasi pompa.
- 5) Simulasi perhitungan dari perancangan yang telah dilakukan.
- 6) Analisa tentang perbedaan *Sugarcane Core Sampler* model *fix* dan *mobile*.



Gambar 3. Skema Hidrolik Sugarcane Core Sampler (Ade Indra Wijaya, 2016)

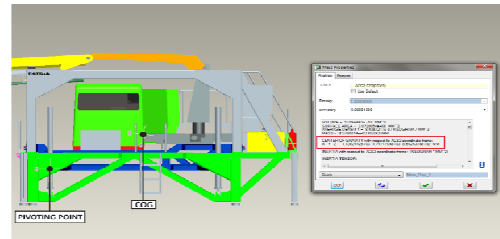
Gambar 3 adalah skema sistem hidrolik pada unit *Sugarcane Core Sampler*. Pada sistem hidrolik terbagi menjadi tiga bagian komponen utama yaitu *Power Pack* (Unit tenaga), *Control element* (Unit pengatur), dan *Actuator* (Unit Penggerak).

Bagian *power-input* terdiri dari penggerak utama (*prime over*) dan pompa. Pada unit *Sugarcane Core Sampler* penggerak utamanya adalah motor elektrik. Kemudian energi mekanik dari penggerak diubah menjadi energi kinetik dan energi tekanan pada fluida.

Bagian kontrol terdiri dari rangkaian katup (*valve*) yang dikontrol melalui sistem tekanan, laju aliran, arah aliran fluida, aktuator, dsb. Bagian *power-output* merupakan bagian yang mengubah energi kinetik dan energi tekanan fluida ke energi mekanik.

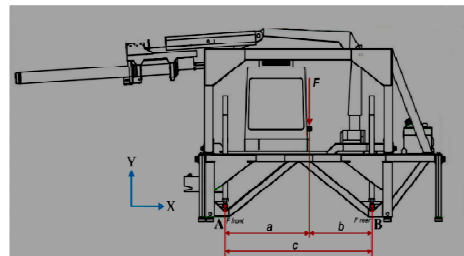
3. Hasil & Pembahasan

3.1. Perhitungan Gaya Silinder *Tilting*



Gambar 4. Hasil Analisa COG

Hasil dari analisisnya didapatkan massa total: $4,531 \times 10^4$ kg dengan koordinat COG dari *pivoting point pin* adalah $x = 1,130 \times 10^4$ mm, $y = 1,747 \times 10^4$ mm, dan $Z = 8,54 \times 10^2$ mm.



Gambar 5. Skema Distribusi Beban Silinder *Tilting*

Langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan hasil analisa tersebut pada perhitungan distribusi beban. Kemudian digunakan konsep kesetimbangan untuk menghitung besarnya gaya yang diterima oleh silinder *Tilting*, sehingga dapat menentukan besar gaya yang dibutuhkan oleh silinder *tilting* (F), skemanya dapat dilihat pada gambar 7 dibawah maka didapatkan $a = 1,747$ m, $b = 1,403$ m, $c = 3,150$ m, massa total = $4,889 \times 10^4$ kg. $W_{\text{skeleton deck}} = 48890$ N.

Sehingga resultan gaya masing-masing tumpuan (F_{front} & F_{rear}) adalah $F_{\text{rear}} = 27,1$ kN (\uparrow) dan $F_{\text{front}} = 21,8$ kN (\uparrow).

Panjang maks dari silinder *tilting* 3858 mm dan panjang min 2208 mm, sehingga panjang langkah (*stroke*) adalah 1650 mm. Untuk menentukan *inside diameternya* dengan menyesuaikan gaya yang dibutuhkan pada silinder *tilting* dari perhitungan distribusi beban gaya, yaitu 27114,5 N pada masing-masing silinder dengan tabel *theoretical output* (N) pada tabel 1.

Tabel 1. Theoretical Output Cylinder (ISO Standard Hydraulic Cylinder)

Bore size (mm)	Rod size (mm)	Operating direction	Piston area (mm ²)	Operating pressure (MPa)			
				3.5	7	10	16
32	18	OUT	804	2814	5628	8040	12864
		IN	549	1922	3843	5490	8784
40	22	OUT	1256	4396	8792	12560	20096
		IN	876	3066	6132	8760	14016
50	28	OUT	1963	6871	13741	19630	31408
		IN	1347	4715	9429	13470	21552
63	36	OUT	3117	10910	21819	31170	49872
		IN	2099	7346	14693	20990	33584
80	45	OUT	5026	17591	35182	50260	80416
		IN	3436	12026	24052	34360	54976
100	56	OUT	7853	27486	54971	78530	125648
		IN	5390	18865	37730	53900	86240

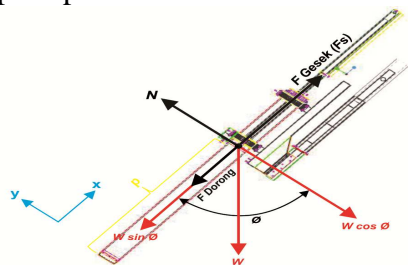
□ → OUT □ ← IN

Maka dari Tabel 1. didapatkan *inside diameter* yang digunakan adalah Ø100 mm dengan besar diameter rod Ø56 mm. Setelah itu dilakukan analisa pada rod silinder apakah aman dari *buckling*. Berdasarkan hasil perhitungannya $F_{tilting} < P_{cr}$, maka silinder rod *tilting* aman dengan *safety factor* 4,5 kali dari F . Sehingga didapatkan *working pressure*nya (p) dibutuhkan di masing – masing silinder adalah 8,6 bar.

Berdasarkan waktu tempuh yang telah disepakati dengan *customer* didapatkan kecepatan silinder 0,028 m/s dengan *flow* 51,81 lpm.

3.2. Perhitungan Gaya Silinder Ejector

Silinder *ejector* berfungsi untuk mendorong sample tebu untuk keluar dari dalam lubang silinder. Silinder ini mendorong sample tebu pada sudut kemiringan antara 45° sampai 60° dan kearah bawah. Beban yang digerakkan atau didorong silinder *ejector* hanya beban sample tebu yang bobotnya 17,66 kg. Bentuk silinder pada *probe assy* ditunjukkan seperti pada Gambar 8.



Gambar 6. Skema Distribusi Beban Silinder Ejector

Pada mekanisme silinder *ejector* bekerja, pada ujung silinder *ejector* mendorong sample tebu untuk keluar dari dalam silinder *probe*. Pada saat mendorong maka akan

timbul gesekan antara tebu dan silinder *probe* (*steel-wood*). Dengan massa jenis tebu 352,4 kg/m³, *Inside diameter* (ID) silinder *probe* 193,8 mm, kedalaman penetrasi (p) 1,7 m, koefisien gesek (μ_s) = 0,5, dan sudut yang dibentuk *probe* (θ) = 45°. Maka luas penampang silinder *probe* adalah 29483 mm² dan volume silinder *probe* 0,05 m³ dengan volume silinder *probe* jika diisi dengan tebu adalah 17,66 kg. Sehingga didapatkan gaya normal (N) 0,125 kN dan gaya geseknya 0,06 kN. Maka didapatkan nilai F adalah 62,45 N (62,45 kN).

Panjang maks dari silinder *ejector* 4282 mm dan panjang min 2282 mm, sehingga panjang langkah (*stroke*) adalah 2000 mm. Untuk menentukan *inside diameter*nya dengan menyesuaikan gaya yang dibutuhkan pada silinder *ejector* dari perhitungan distribusi beban gaya dengan *safety factor* 4 kali, 62,44 N dikalikan dengan nilai implisit 5 adalah 312,24 N. Karena beban gaya yang kecil maka untuk menentukan *inside diameter* dengan melihat ISO *Standart Hydraulic* pada Tabel 1. Maka didapatkan *inside diameter* terkecil adalah Ø32 mm dengan besar diameter rodnya adalah Ø18 mm. Kemudian melakukan perhitungan beban kritis rod pada silinder *ejector* untuk menghindari terjadinya *buckling*. Berdasarkan perhitungan beban kritis rodnya adalah $F_{tilting} < P_{cr}$, maka silinder rod *ejector* aman dengan *safety factor* 6,7 kali. Didapatkan *working pressure* silinder *ejector* dibutuhkan adalah 3,11 bar. Sehingga didapatkan kecepatan silinder 0,10 m/s dan *flow* silinder 4,82 lpm.

3.3. Menentukan Pompa Hidrolik

Untuk menentukan *spec* pompa ialah dengan mengetahui *displacement* yang dibutuhkan untuk menunjang performa silinder yang digunakan. Pada unit *Sugarcane Core Sampler* pompa yang digunakan adalah dua buah pompa. Pompa pertama untuk menunjang performa silinder *tilting*, *ejector*, dan HYVA sedangkan silinder kedua untuk menunjang motor hidrolik. Berdasarkan data dari HYVA HB60 *Technical Sheet* didapatkan *flow* HYVA crane adalah 20 lpm.

- *Flow Cylinder Tilting*: 51,81 lpm

- *Flow Cylinder Ejector*: 7,54 lpm
- *Flow Cylinder HYVA*: 20 lpm

Berdasarkan data diatas, maka dapat diketahui hasil *flow* silinder terbesar adalah 51,81 lpm dan diketahui pula putaran *engine* pada posisi *idle* sebesar 1500 rpm. Berdasarkan data pengujian untuk *pressure stand by* adalah 80 bar sedangkan *pressure working* adalah 160 bar, jadi untuk Δp dapat diketahui yaitu 80 bar. Dari hasil perhitungan didapatkan *displacement* (D) 43 cc/rev, *Torque* 61 Nm, dan *Power* (P) 12 HP.

Berdasarkan besaran *displacement*, *torque*, dan *power* perhitungan pompa maka ditentukan pompa yang akan digunakan adalah tipe *Piston Pump*. Selanjutnya memilih *spec* pompa *piston pump* berdasarkan nilai *displacement* terdekat. Selain itu *piston pump* biasa dipakai untuk kecepatan dan tekanan yang tinggi. *Piston pump* lebih kompleks dan di desain untuk tipe *fixed* (tetap) atau *variable* (bervariasi) *displacement*nya. Spesifikasi yang dipilih adalah yang mendekati dari nilai perhitungan pompa diatas yaitu dengan nilai *displacement* 41 cc/rev.

3.4. Perhitungan Kapasitas Tangki Hidrolik

Dalam menentukan kapasitas tangki hidrolik yang dibuthkan pada unit *Sugarcane Core Sampler* ini dengan cara menghitung volume dari silinder *tilting*, *ejector*, HYVA dan motor hidrolik. Pada sistem hidrolik unit *Sugarcane Core Sampler* menggunakan sistem *oil cooling* seperti radiator. Dalam perhitungan voume tangki hidrolik dengan cara mengalikan total volume dengan faktor *static cooling* untuk *safety factor* dalam proses kerja dan untuk membantu siklus pempdinginan dengan besaran implisit yaitu dua. Sesuai data katalog HYVA diketahui bahwa volume dari HYVA adalah 35 liter. Berdasarkan perhitungan untuk kapasitas fluida yang dibutuhkan adalah 177 liter.

3.5. Sugarcane Core Sampler Model Fix dan Mobile

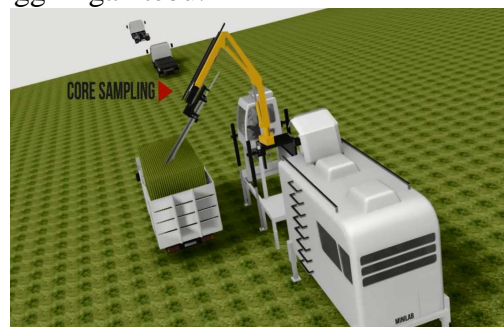
Sistem *core sampling* sebenarnya bukan hal yang baru dalam industri gula dunia. Sistem

ini pertama kali digunakan sebagai evaluasi kualitas tebu dan penghitungan bagi hasil petani di Lousiana pada tahun 1978. Beberapa tahun kemudian seteah sistem ini terbukti berhasil, maka negara-negara lainpun mulai menggunakan sistem ini untuk menggantikan sistem pengambilan sampel yang lama. Selain mampu memberikan akurasi data yang tinggi, sistem *core sampling* terbukti juga mampu menjadi dasar *screening* kualitas tebu secara cepat bagi pabrik, sehingga kemungkinan untuk menyeragamkan tebu yang akan digiling di pabrik dapat dilakukan (Rifai Rahman Saputro, 2015).



Gambar 7. *Core Sampler Model fix* (ekonomi.metrotvnews.com)

Pada gambar 9 adalah model *core sampler* dengan bentuk *fix*. Pada model *fix*, dalam penggunaan alat *core sampler* bersifat tetap sehingga untuk mengetahui nilai kandungan rendemen dalam gula harus ke pabrik gula. Selama ini para petani tebu mengirim hasil panen tebu mereka ke pabrik-pabrik gula terdekat untuk menjual dan mengetahui nilai kandungan rendemen dalam tebu. Dalam penggunaan *core sampler* model *fix* harus membutuhkan tempat yang luas sehingga biasanya model *fix* seperti ini terdapat di pabrik gula dan sekaligus tempat penggilingan tebu.



Gambar 8. *Core Sampler Model Mobile*

Pada Gambar 8 adalah model *core sampler* berbentuk *mobile* yang merupakan konsep desain pertama kali di dunia industri gula. Model *mobile core sampler* merupakan perkembangan dari bentuk *fix* yang sudah ada sebelumnya. Keuntungan dengan adanya *mobile core sampler* dibandingkan dengan model sebelumnya adalah mudah dipindahkan, *durability* yang bagus, tidak memerlukan ruang yang luas, akurasi yang tinggi dan siklus secara singkat 4-5 menit setiap satu sample (mulai bor sampai data analisa). Selain itu dengan *mobile core sampler* pabrik-pabrik gula bisa melakukan pengecekan secara langsung di tempat penanaman tebu sehingga para petani bisa mengetahui secara langsung nilai kandungan rendemen. Dengan adanya transparansi nilai rendemen antara pabrik gula dan petani tebu bisa meningkatkan kualitas tebu di Indonesia dan mendorong rendemen tebu yang ada sehingga target rendemen tebu sebesar 10% dapat terealisasi.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan perhitungan dan analisa pada bab sebelumnya, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

Dari perhitungan silinder *tilting* dan *ejector* yang sudah dilakukan didapatkan hasil:

- Silinder *tilting*:
 - *Inside Diameter* = 100 mm
 - *Rod* = 56 mm
 - *Stroke* = 1650 mm
 - Tekanan kerja minimal yang dibutuhkan silinder adalah 8,6 bar pada masing - masing silinder.
- Silinder *ejector*:
 - *Inside Diameter* = 32 mm
 - *Rod* = 18 mm

- *Stroke* = 2000 mm
- Tekanan kerja minimal yang dibutuhkan silinder adalah 3,1 bar.

Komponen pompa yang akan digunakan adalah *Piston Pump* dengan besaran *displacement* 41cc/rev dan kapasitas tangki yang dibutuhkan adalah 177 liter.

5. Daftar Pustaka

- Hakim, Ridwan Isnani. 2014. "Perancangan Silinder Pompa dan Tangki Hidrolik Pada Unit *Passenger Stair* PT United Tractors Pandu Engineering". Tugas Akhir. Yogyakarta: Departemen Teknik Mesin UGM
- Ismail. 2010. *Basic Hydraulic System Material*. Bekasi: PT United Tractors Pandu Engineering.
- Partowinoto, S. 1996. Core Sampler Merupakan Salah Satu Sistem Alternatif Yang Mampu Menghargai Prestasi Individu Pembudidaya Tebu. Berita P3GI No. 17 Tahun 1996, Pasuruan
- Purna Irawan, Agustinus. 2007. *Mekanika Teknik (Statika Struktur)*. Jakarta: Universitas Tarumanegara.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2014. *Outlook Komoditi Tebu*. Kementrian Pertanian. Jakarta.
- Rahman Saputro, Rifai. "Penerapan Sistem *Core Sampling* Di Pabrik Gula". <http://sugar.lpp.ac.id/penerapan-sistem-core-sampling-di-pabrik-gula/> (diakses pada 12 Mei 2017).