

**RANCANG ULANG SISTEM PENGGERAK GENERATOR
TENAGA GRAVITASI SEBAGAI SUMBER PENERANGAN
SKALA KECIL**

*Redesign Drive System for Generator Powered by Gravity as a
Source of Small-Scale Light*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi dan Melengkapi Salah Satu Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana Bandung


Disusun oleh:

ALVIN MUHAMMAD RAINHARD

2115161029



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
BANDUNG
2020**

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | UNIVERSITAS SANGGA BUANA Jl. PH.H. Mustofa No. 68, Cikutra, Cibeunying Kidul, Bandung 40124 | FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN | |
| | | No. Revisi | |
| | | Berlaku Efektif | |

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Alvin Muhammad Rainhard

NPM : 2115161029

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Judul Skripsi : Rancang Ulang Sistem Penggerak Generator Tenaga Gravitasi
 Sebagai Sumber Penerangan Skala Kecil

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana.

Bandung, 03 Oktober 2020

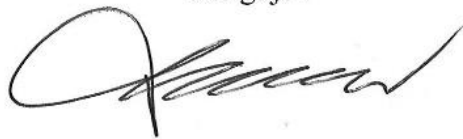
Menyetujui,

Pembimbing



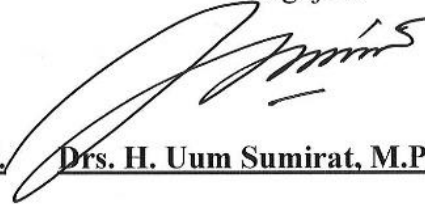
Wisnu Wijaya, S.T., M.T.

Penguji I



Asep Lukman Koswara, S.T., M.T.

Penguji II




Drs. H. Uum Sumirat, M.Pd., M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Wisnu Wijaya, S.T., M.T.

| | | | |
|---|--|---|--|
|  | UNIVERSITAS SANGGA BUANA Jl. PH.H. Mustofa No. 68, Cikutra, Cibeunying Kidul, Bandung 40124 | FORMULIR PERNYATAAN ORISINALITAS | |
| | | No. Revisi Berlaku Efektif | |

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Nama : Alvin Muhammad Rainhard
 NPM : 2115161029
 Alamat : Sukaluyu No.48, RT.02, RW.12, Kelurahan Pasirbiru, Kecamatan
 Cibiru, Kota Bandung, 40615
 No. Tel./HP : 088222195679
 Email : alvin.rainhard@gmail.com

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan karya orisinal saya sendiri, dengan judul:

RANCANG ULANG SISTEM PENGGERAK GENERATOR TENAGA GRAVITASI SEBAGAI SUMBER PENERANGAN SKALA KECIL

*Redesign Drive System for Generator Powered by Gravity as a
Source of Small-Scale Light*

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila di kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidak orisinalan karya ini.



Bandung, 03 Oktober 2020


Alvin Mu
 NPM. 2115161029



ABSTRAK

Terdapat 1.160.448 rumah tangga di Indonesia yang belum bisa menikmati listrik. Karenanya untuk memenuhi kebutuhan penerangan pada malam hari harus menggunakan sumber penerangan alternatif seperti lilin dan lampu minyak tanah yang dimana hal itu sangat berisiko, karena berpotensi menimbulkan kebakaran dan uap hasil pembakaran yang tidak baik bagi kesehatan. Selain itu, dapat pula menggunakan sumber energi terbarukan, tetapi memiliki keterbatasan dalam pemanfaatannya karena terpengaruh oleh kondisi lingkungannya. Oleh karena itu, timbul pemikiran untuk merancang alat penerangan skala kecil, dimana alat ini memanfaatkan energi potensial gravitasi bumi sebagai sumber dayanya.

Alat atau sistem ini membangkitkan listrik dengan bantuan tenaga manusia yang disimpan dalam bentuk energi potensial gravitasi pada sebuah pemberat. Sistem ini terdiri dari komponen pemberat, *gearbox*, generator, dan lampu LED. Metode yang digunakan pada alat ini yaitu dengan memberikan pemberat pada poros masukan *gearbox* sehingga menghasilkan perputaran pada *gearbox* dan dapat dijadikan daya mekanik untuk memutar generator sehingga menghasilkan listrik tanpa memerlukan baterai ataupun bahan bakar.

Dari hasil pengujian yang dimana dengan dimensi panjang 9,9 cm, lebar 10,9 cm, tinggi 18,05 cm, dan berat 410 gram. Ketika diberi massa pemberat 2 kg, telah mampu menghasilkan energi listrik sebesar 0,060 watt, dan waktu nyala lampu LED selama 90,6 detik atau 1,51 menit pada ketinggian 1,85 meter dengan respons lampu LED menyala terang, cukup untuk menerangi ruangan kecil. Berdasarkan hasil yang diperoleh lalu ditambah beberapa pengembangan lebih lanjut, maka alat ini dapat menjadi sumber penerangan alternatif skala kecil baru.

Kata kunci: energi potensial gravitasi, konversi energi, penerangan alternatif, rancang ulang, skala kecil.

ABSTRACT

There are 1,160,448 households in Indonesia that have not been able to enjoy electricity. Therefore, to meet the lighting needs at night, alternative lighting sources such as candles and kerosene lamps must be used, which are very risky, because they have the potential to cause fires and steam from combustion which are not good for health. In addition, it can also use renewable energy sources, but it has limitations in its use because it is affected by environmental conditions. Therefore, an idea arose to design a small-scale lighting device, where this tool uses the earth's gravitational potential energy as its resource.

This tool or system generates electricity with the help of human power which is stored in the form of gravitational potential energy in a ballast. This system consists of ballast components, gearbox, generator and LED lights. The method used in this tool is to give a weight on the gearbox input shaft so that it produces rotation in the gearbox and can be used as mechanical power to rotate the generator to produce electricity without the need for batteries or fuel.

From the test results where the dimensions are 9.9 cm long, 10.9 cm wide, 18.05 cm high, and 410 grams in weight. When given a weight of 2 kg, it has been able to generate electrical energy of 0.060 watts, and the LED lamp light is 90.6 seconds or 1.51 minutes at a height of 1.85 meters with the LED light responding brightly, enough to light a small room. Based on the results obtained and some further developments, this tool can be a new small-scale alternative lighting source.

Keywords: gravitational potential energy, energy conversion, alternative lighting, redesign, small-scale.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang, penulis panjatkan puja dan puji syukur atas ke hadirat-Nya yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah, dan inayat-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Rancang Ulang Sistem Penggerak Generator Tenaga Gravitasi Sebagai Sumber Penerangan Skala Kecil”.

Skripsi ini penulis susun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan tahap sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Sangga Buana Bandung.

Terlepas dari semua itu, penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena terbatasnya pengalaman dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, untuk memperbaiki Skripsi ini sangat diharapkan saran dan kritik yang bersifat objektif dan membangun dari berbagai pihak.

Akhir kata, penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak, khususnya dalam bidang teknik mesin.

Bandung, 30 Agustus 2020

Penulis,

(Alvin Muhammad Rainhard)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materiil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini, terutama kepada:

1. Kedua orang tua, Ayahanda tercinta Ahromadi dan Ibunda tersayang Kustiati Haryani yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
2. Kedua saudara kandung, Tete Dea Angraeani Puspitasari dan Ade Ryanov Muhammad Hardland yang telah menyemangati dan membantu penyelesaian Skripsi ini.
3. Bapak Wisnu Wijaya, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Sangga Buana, juga selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan Skripsi ini.
4. Ibu Wiwin Nurlina, A.Md., selaku Staf Program Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Sangga Buana yang telah memberikan banyak bantuan kepada penulis.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Universitas Sangga Buana yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
6. Seluruh kawan-kawan seperjuangan, FT-16 umumnya dan M-16 khususnya yang selalu mengisi hari-hari menjadi sangat menyenangkan, *comrade till the end, solidarity forever*.
7. Seluruh kawan-kawan seperjuangan Lembaga Mahasiswa, Keluarga Mahasiswa Fakultas Teknik, Senat Mahasiswa Fakultas Teknik, dan Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sangga Buana yang telah berjuang, berbagi ilmu dan belajar bersama selama mengisi kehidupan kampus.
8. Seluruh keluarga besar Rumah Milla "Rumil" yang selalu memberi dukungan dan bersilaturahmi disela kesibukannya masing-masing.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas segala bentuk dukungan dan bantuan atas penyelesaian Skripsi ini.

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| UCAPAN TERIMA KASIH..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR NOTASI..... | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan..... | 2 |
| 1.4.1 Tujuan Umum..... | 2 |
| 1.4.2 Tujuan Khusus | 2 |
| 1.5 Manfaat..... | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | 4 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 4 |
| 2.2 Proses Pembangkitan Listrik | 7 |
| 2.3 Energi Potensial Gravitasi | 8 |
| 2.4 <i>Gearbox</i> atau Transmisi..... | 9 |
| 2.4.1 Rasio Roda Gigi..... | 9 |
| 2.4.2 Torsi Roda Gigi | 12 |
| 2.4.3 Hubungan Rasio, Kecepatan Putaran dan Torsi Roda Gigi..... | 13 |
| 2.5 Kekuatan Rangka..... | 13 |
| 2.5.1 Tegangan Izin dan Faktor Keamanan | 14 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5.2 Tegangan Tarik | 15 |
| 2.5.3 Tegangan Puntir | 15 |
| 2.5.4 Tegangan Lentur | 16 |
| 2.6 Mengubah Motor DC Menjadi Generator DC | 16 |
| 2.7 Lampu LED (<i>Light Emitting Diode</i>) | 17 |
| BAB III METODOLOGI PERANCANGAN | 20 |
| 3.1 Metodologi Perancangan | 20 |
| 3.1.1. Studi Literatur | 21 |
| 3.1.2. Perancangan Alat | 21 |
| 3.1.3. Pembuatan Alat | 21 |
| 3.1.4. Pengujian Alat | 21 |
| 3.1.5. Pengambilan Data | 21 |
| 3.1.6. Analisa Kinerja Alat | 22 |
| 3.2 Lokasi dan Waktu Perancangan | 22 |
| 3.3 Alat dan Bahan | 22 |
| 3.3.1. Alat | 22 |
| 3.3.2. Bahan | 23 |
| 3.4 Desain Alat | 24 |
| 3.5 Perancangan dan Pembuatan Alat | 25 |
| 3.5.1. Sistem Masukan | 25 |
| 3.5.2. Sistem Proses | 27 |
| 3.5.3. Sistem Keluaran | 29 |
| 3.6 Cara Kerja Alat | 30 |
| BAB IV DATA DAN ANALISIS | 31 |
| 4.1 Data Perhitungan Teoretis | 31 |
| 4.1.1 Rasio Roda Gigi | 31 |
| 4.1.2 Massa Pemberat Maksimal | 32 |
| 4.1.3 Tegangan Pada Tali | 34 |
| 4.1.4 Tegangan Pada Poros | 36 |
| 4.2 Data Pengamatan | 39 |
| 4.2.1 Kecepatan Putaran Roda Gigi ke-1 (n_1) | 39 |
| 4.2.2 Waktu Jatuh Pemberat | 40 |

| | |
|---|----|
| 4.2.3 Tegangan dan Arus Listrik Keluaran..... | 41 |
| 4.3 Analisis | 43 |
| 4.3.1 Kecepatan Putaran Generator | 43 |
| 4.3.2 Nilai Torsi Roda Gigi Ke-1 dan Generator..... | 45 |
| 4.3.3 Energi Potensial Gravitasi dan Daya Potensial Masukkan..... | 48 |
| 4.3.4 Daya Listrik Keluaran Generator..... | 50 |
| 4.3.5 Efisiensi Sistem | 52 |
| BAB V PENUTUP..... | 54 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 54 |
| 5.2 Saran | 55 |
| DAFTAR PUSTAKA | 56 |
| LAMPIRAN..... | 57 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 <i>Design and development of gravity lamp</i> | 4 |
| Gambar 2.2 <i>The performance of newly designed economic gravity light</i> | 5 |
| Gambar 2.3 <i>Generation of electricity using gravity</i> | 5 |
| Gambar 2.4 <i>Gravity powered light using compound gear system</i> | 6 |
| Gambar 2.5 Prototipe pembangkit listrik tenaga gravitasi bumi..... | 7 |
| Gambar 2.6 Diagram alir proses pembangkitan energi listrik | 7 |
| Gambar 2.7 <i>Gearbox</i> atau transmisi | 9 |
| Gambar 2.8 Dua roda gigi..... | 10 |
| Gambar 2.9 Multi roda gigi..... | 11 |
| Gambar 2.10 Roda gigi majemuk | 11 |
| Gambar 2.11 Torsi | 12 |
| Gambar 2.12 Simbol dan bentuk motor DC..... | 17 |
| Gambar 2.13 Lampu LED..... | 18 |
| Gambar 3.1 Diagram alir perancangan | 20 |
| Gambar 3.2 Gambar kerja alat | 24 |
| Gambar 3.3 Kelompok komponen alat berdasarkan fungsi..... | 25 |
| Gambar 3.4 Pemberat..... | 26 |
| Gambar 3.5 Meteran kain 150 cm..... | 26 |
| Gambar 3.6 Modifikasi meteran kain 150 cm..... | 27 |
| Gambar 3.7 <i>Gearbox</i> RS-550..... | 27 |
| Gambar 3.8 Modifikasi <i>gearbox</i> RS-550..... | 28 |
| Gambar 3.9 Motor DC RF-500TB-14415..... | 28 |
| Gambar 3.10 Rangkaian kelistrikan..... | 29 |
| Gambar 3.11 Lampu LED 5mm | 30 |
| Gambar 4.1 Susunan roda gigi pada <i>gearbox</i> RS-550 | 31 |
| Gambar 4.2 Gaya yang terjadi pada poros | 32 |
| Gambar 4.3 Gaya yang terjadi pada tali..... | 34 |
| Gambar 4.4 Momen puntir yang terjadi pada poros | 37 |
| Gambar 4.5 Hubungan antara massa pemberat dengan kecepatan putaran roda gigi ke-1..... | 39 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.6 Hubungan antara massa pemberat dengan waktu jatuh pemberat pada ketinggian 1,85 meter | 41 |
| Gambar 4.7 Hubungan antara massa pemberat dengan tegangan listrik keluaran pada pembebanan 1 lampu LED | 42 |
| Gambar 4.8 Hubungan antara massa pemberat dengan arus listrik keluaran pada pembebanan 1 lampu LED | 43 |
| Gambar 4.9 Hubungan antara kecepatan putaran generator dengan tegangan listrik keluaran pada pembebanan 1 lampu LED | 45 |
| Gambar 4.10 Hubungan antara massa pemberat terhadap nilai torsi roda gigi ke-1 | 47 |
| Gambar 4.11 Hubungan antara massa pemberat terhadap nilai torsi generator.... | 47 |
| Gambar 4.12 Hubungan antara massa pemberat terhadap energi potensial..... | 49 |
| Gambar 4.13 Hubungan antara massa pemberat terhadap daya potensial | 50 |
| Gambar 4.14 Hubungan antara perubahan massa pemberat terhadap daya listrik keluaran generator | 51 |
| Gambar 4.15 Hubungan antara perubahan massa pemberat terhadap nilai efisiensi sistem | 53 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Klasifikasi lampu LED 5mm | 19 |
| Tabel 3.1 Alat-alat yang digunakan | 22 |
| Tabel 3.2 Bahan-bahan yang digunakan | 23 |
| Tabel 4.1 Data untuk perhitungan rasio roda gigi..... | 31 |
| Tabel 4.2 Data untuk perhitungan massa pemberat maksimal..... | 33 |
| Tabel 4.3 Data untuk perhitungan tegangan tarik pada tali | 35 |
| Tabel 4.4 Data perubahan massa pemberat terhadap nilai tegangan tarik pada tali..... | 36 |
| Tabel 4.5 Data untuk perhitungan tegangan puntir pada poros | 37 |
| Tabel 4.6 Data perubahan massa pemberat terhadap nilai tegangan puntir pada poros..... | 38 |
| Tabel 4.7 Data pengamatan perubahan massa pemberat terhadap kecepatan putaran roda gigi ke-1 | 39 |
| Tabel 4.8 Data pengamatan perubahan massa pemberat terhadap waktu jatuh pemberat pada ketinggian 1,85 meter | 40 |
| Tabel 4.9 Data pengamatan perubahan massa pemberat terhadap tegangan dan arus listrik keluaran pada pembebanan 1 lampu LED | 42 |
| Tabel 4.10 Data untuk perhitungan kecepatan putaran generator atau n_6 | 44 |
| Tabel 4.11 Data kecepatan putar generator terhadap tegangan listrik keluaran pada pembebanan 1 lampu LED | 44 |
| Tabel 4.12 Data untuk perhitungan torsi..... | 45 |
| Tabel 4.13 Data perubahan massa pemberat terhadap nilai torsi roda gigi ke-1 dan generator | 46 |
| Tabel 4.14 Data untuk perhitungan E_p dan P_g | 48 |
| Tabel 4.15 Data perubahan massa pemberat terhadap energi potensial dan daya potensial masukkan | 49 |
| Tabel 4.16 Data untuk perhitungan daya listrik keluaran generator | 50 |
| Tabel 4.17 Data perubahan massa pemberat terhadap daya listrik keluaran generator..... | 51 |
| Tabel 4.18 Data untuk perhitungan efisiensi sistem | 52 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.19 Data perubahan massa pemberat terhadap efisiensi sistem | 52 |
| Tabel 5.1 Detail teknis alat..... | 54 |

DAFTAR NOTASI

| | | |
|-------|---|---------------------|
| A | : Luas penampang | [mm ²] |
| d | : Diameter roda gigi atau diameter dalam | [m/mm] |
| D | : Diameter luar | [mm] |
| E_p | : Energi potensial gravitasi | [J] |
| F | : Gaya | [N] |
| F_1 | : Gaya ke-1 | [N] |
| F_2 | : Gaya ke-2 | [N] |
| g | : Percepatan gravitasi | [m/s ²] |
| h | : Ketinggian objek dari titik referensi | [m] |
| i | : Rasio roda gigi | [-] |
| I | : Arus listrik | [A] |
| I_x | : Momen inersia penampang | [mm ⁴] |
| I_p | : Inersia polar | [mm ⁴] |
| L | : Panjang | [mm] |
| m | : Massa | [kg] |
| M_b | : Momen <i>bending</i> | [N.mm] |
| M_p | : Momen puntir | [N.mm] |
| n | : Kecepatan putaran roda gigi | [rpm] |
| n_1 | : Kecepatan roda gigi ke-1 atau penggerak | [rpm] |
| n_2 | : Kecepatan roda gigi ke-2 atau yang digerakkan | [rpm] |
| P_g | : Daya listrik keluaran generator | [W] |
| P_p | : Daya oleh kerja suatu objek akibat gravitasi/daya potensial | [W] |
| r | : Jari-jari | [m] |
| sf | : Faktor keamanan | [-] |
| V | : Tegangan listrik | [V] |
| w | : Berat | [N] |
| W_b | : Momen tahanan <i>bending</i> | [mm ³] |
| W_p | : Momen tahanan puntir | [mm ³] |
| y | : Jarak sumbu | [mm] |
| z | : Jumlah gigi | [-] |

| | | |
|----------------|---|----------------------|
| z_1 | : Jumlah gigi roda gigi ke-1 atau penggerak | [-] |
| z_2 | : Jumlah gigi roda gigi ke-2 atau yang digerakkan | [-] |
| Δ_t | : Durasi objek ketika melakukan kerja | [s] |
| η | : Efisiensi | [%] |
| $\bar{\sigma}$ | : Tegangan ijin | [N/mm ²] |
| σ_b | : Tegangan lentur | [N/mm ²] |
| σ_p | : Tegangan puntir | [N/mm ²] |
| σ_t | : Tegangan tarik | [N/mm ²] |
| σ_u | : Tegangan <i>ultimate</i> | [N/mm ²] |
| σ_y | : Tegangan <i>yield</i> atau tegangan luluh | [N/mm ²] |
| τ | : Torsi | [N.m] |
| τ_1 | : Torsi roda gigi ke-1 atau penggerak | [N.m] |
| τ_2 | : Torsi roda gigi ke-2 atau yang digerakkan | [N.m] |
| $\sum F_y$ | : Penjumlahan gaya-gaya yang terjadi pada sumbu Y | [N] |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|------|
| Lampiran 1. Lembar konsultasi bimbingan | L-1 |
| Lampiran 2. Lambang-lambang diagram alir..... | L-2 |
| Lampiran 3. <i>Data sheet</i> Motor DC RF-500TB-14415..... | L-3 |
| Lampiran 4. <i>HDPE properties</i> | L-4 |
| Lampiran 5. <i>PVC properties</i> | L-5 |
| Lampiran 6. Tabel momen inersia penampang | L-6 |
| Lampiran 7. Inersia polar penampang..... | L-7 |
| Lampiran 8. Foto asli alat | L-8 |
| Lampiran 9. Alat ketika digunakan | L-9 |
| Lampiran 10. Proyeksi isometrik | L-10 |
| Lampiran 11. <i>Explode view</i> | L-11 |
| Lampiran 12. Proyeksi <i>ortogafi</i> | L-12 |