



Buku Tugas Akhir

Perancangan Reflektor Parabola Untuk *Solar Steam Generator*

Mohammad Shah Firman Soekasah

6151801011

Pembimbing:

Ir. Levin Halim, S.T., M.T.

Dr. Ir. Christian Fredy Naa

Diajukan untuk memenuhi salah satu
syarat mendapatkan gelar Sarjana
Teknik

Februari 2024

Perancangan Reflektor Parabola Untuk *Solar Steam Generator*

Mohammad Shah Firman Soekasah
6151801011

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Universitas Katolik Parahyangan.

Panitia Penguji :

Ir. Levin Halim, S.T., M.T., Pembimbing 1
Dr. Ir. Christian Fredy Naa, Pembimbing 2
Dr. Ir. Ali Sadiyoko, S.T., M.T., Penguji 1
Ir. Faisal Wahab, S.Pd., M.T., Penguji 2

© 2024, Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika),
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit no 94, Bandung
40141, INDONESIA.

Dokumen ini dilindungi oleh undang-undang. Tidak diperkenankan mereproduksi seluruh ataupun sebagian isi dokumen ini dalam bentuk apa pun, baik secara cetak, photoprint, mikrofilm, elektronik, atau cara lainnya tanpa izin tertulis dari Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika), Universitas Katolik Parahyangan.

All rights reserved. No part of the publication may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm, electronic or any other means without written permission from the Department of Electrical Engineering (Mechatronics), Parahyangan Catholic University.

Lembar Persetujuan Selesai



Tugas Akhir berjudul:

Perancangan Reflektor Parabola Untuk *Solar Steam Generator*

oleh:

Mohammad Shah Firman Soekasah

NPM : 6151801011

ini telah diujikan pada Sidang Tugas Akhir (IME234230) di Program Studi Sarjana Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan serta dinyatakan SELESAI.

TANDA PERSETUJUAN SELESAI.

Bandung, 15 Februari 2024

Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika



Tua Agastinus Tamba, S.T., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Pertama,

Ir. Levin Halim, S.T., M.T.

Pembimbing Kedua,

Dr. Ir. Christian Fredy Naa, S.si., M.Si., M.Sc.

**PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU
MELAKUKAN TINDAKAN PLAGIASI**

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

MOHAMMAD SHAH FIRMAN SOEKASAH

Dengan ini menyatakan bahwa Buku Tugas Akhir dengan judul:

**'PERANCANGAN REFLEKTOR PARABOLA UNTUK *SOLAR STEAM*
GENERATOR'**

adalah hasil pekerjaan Saya. Seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka Saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada Saya.

Bandung, 15 Februari 2024



Mohammad Shah Firman Soekasah

NPM: 6151801011

Abstrak

Solar steam generator merupakan pemanfaatan energi terbarukan yang bermanfaat untuk mengurangi krisis energi, mengurangi polusi air, dan meningkatkan desalinasi air laut. Untuk meningkatkan panas yang diterima oleh pipa *receiver*, maka digunakan reflektor parabola untuk memfokuskan cahaya ke pipa *receiver*. Pada penelitian ini, dideskripsikan desain *Parabolic Trough Collector*, pengaruh posisi cahaya datang terhadap pantulan yang dihasilkan, dan karakteristik kenaikan suhu pengujian statis maupun dinamis yang dihasilkan. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa perhitungan geometri reflektor parabola berlaku ketika posisi titik cahaya datang paralel dengan reflektor parabola dan laju alir massa mempengaruhi peningkatan perpindahan kalor pada pengujian dinamis, dimana pada pengujian kedua dengan laju alir massa 5.827 kg/s diperoleh kenaikan suhu *output* yang lebih tinggi yaitu 5.50°C dibandingkan dengan pengujian dinamis pertama dimana dengan laju alir massa yang lebih rendah yaitu 4.010 kg/s diperoleh kenaikan suhu *output* yang lebih rendah yaitu sebesar 3.5°C, pada pengujian statis diperoleh peningkatan suhu *output* yang lebih tinggi dibandingkan pengujian dinamis, yaitu suhu *output* mencapai suhu tertinggi 66.50°C, dan dibutuhkan sekitar 20 *parabolic trough collector* dengan rancangan yang sama agar air menguap.

Abstract

Solar steam generator is a utilization of renewable energy that is beneficial for reducing energy crises, decreasing water pollution, and enhancing seawater desalination. To increase the heat received by the receiver pipes, a parabolic reflector is used to focus light onto the receiver pipes. This study describes the design of the Parabolic Trough Collector, the influence of the incoming light position on the generated reflections, and the characteristics of both static and dynamic temperature increases produced. From this research, it is concluded that the calculation of the parabolic reflector geometry applies when the position of the light point is parallel to the parabolic reflector, and the mass flow rate affects the increase in heat transfer in dynamic testing. In the second test with a mass flow rate of 5.827 kg/s, a higher output temperature increase of 5.50°C was obtained compared to the first dynamic test, where a lower mass flow rate of 4.010 kg/s resulted in a lower output temperature increase of 3.5°C. In static testing, a higher output temperature increase was obtained compared to dynamic testing, with the highest output temperature reaching 66.50°C. Approximately 20 parabolic trough collectors with the same design are needed for water to vaporize.

Lembar Persembahan

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk
almamater tercinta,
bangsa dan negara.

Pedoman Penggunaan Buku Tugas Akhir

Buku Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Katolik Parahyangan. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Buku Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Staf dosen dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan dapat menggunakan Buku Tugas Akhir ini sebagai rujukan pada penelitian-penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan rekomendasi yang dikeluarkan oleh Koordinator Tugas Akhir dan/atau Tim Dosen Pembimbing.

Kata Pengantar

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat serta anugrah-Nya dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Buku Tugas Akhirini dengan judul "Perancangan Reflektor Parabola Untuk *Solar Steam Generator*". Penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam proses penulisan Buku Tugas Akhirini.

1. Kepada Bapak Levin Halim, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Christian Fredy Naa, S.Si., M.Si., M.Sc. sebagai dosen pembimbing tugas akhir di Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika) Universitas Katolik Parahyangan yang selalu memberikan saran dan ilmu pada pengerjaan tugas akhir.
2. Kepada orang tua penulis yang memberikan semangat dan dukungan terhadap penulis.
3. Kepada Ghazi, Nicholas dan Naya yang memberikan dukungan selama pengerjaan tugas akhir.
4. Kepada teman-teman teknik mekatronika angkatan 2018 yang memberi semangat dan saran selama pengerjaan tugas akhir.

Harapan penulis adalah Buku Tugas Akhirini bermanfaat bagi seluruh pihak yang membacanya.

Daftar Isi

| | |
|--|----------|
| Abstrak | ix |
| Abstract | xi |
| Kata Pengantar | xiii |
| Daftar Isi | xv |
| Daftar Tabel | xvii |
| Daftar Gambar | xix |
| Daftar Simbol dan Variabel | xxi |
| Daftar Singkatan | xxiii |
| 1 Pendahuluan | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah | 2 |
| 1.3 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah dan Asumsi | 3 |
| 1.5 Tujuan Tugas Akhir | 3 |
| 1.6 Manfaat Tugas Akhir | 3 |
| 1.7 Metodologi Tugas Akhir | 3 |
| 1.8 Sistematika Penulisan | 4 |
| 2 Tinjauan Pustaka | 7 |
| 2.1 Energi Surya | 7 |
| 2.2 <i>Solar Steam Generator</i> | 9 |
| 2.2.1 Sinar Matahari | 10 |
| 2.2.2 Air | 10 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.2.3 | Reflektor | 10 |
| 2.2.4 | <i>Receiver</i> | 14 |
| 2.2.5 | Alat Pengukur Suhu | 15 |
| 2.3 | Mekanisme <i>Solar Steam Generator</i> | 16 |
| 2.4 | Perpindahan Kalor Fluida Dinamis | 17 |
| 2.5 | Perpindahan Kalor Fluida Statis | 18 |
| 3 | Perancangan dan Pengujian Sistem | 21 |
| 3.1 | Perancangan Sistem | 21 |
| 3.1.1 | Perhitungan Geometris Reflektor | 22 |
| 3.1.2 | Rincian Desain <i>Parabolic Trough Collector</i> | 25 |
| 3.1.3 | Komponen Pendukung | 26 |
| 3.2 | Pengujian Sistem | 32 |
| 3.2.1 | Pengujian Dinamis | 33 |
| 3.2.2 | Pengujian Statis | 34 |
| 4 | Hasil Dan Analisis | 37 |
| 4.1 | Kalibrasi Sensor | 37 |
| 4.1.1 | Sensor DHT11 | 37 |
| 4.1.2 | Sensor MLX90614 | 38 |
| 4.1.3 | Sensor <i>Thermocouple Type K Module MAX6675</i> | 39 |
| 4.2 | Pengujian Titik Fokus | 40 |
| 4.3 | Pengujian Dinamis | 41 |
| 4.4 | Pengujian Statis | 47 |
| 4.5 | Analisis Perbandingan Pengujian Dinamis dan Statis | 50 |
| 5 | Simpulan Dan Saran | 53 |
| 5.1 | Simpulan | 53 |
| 5.2 | Saran | 54 |
| | Daftar Pustaka | 55 |
| | Lampiran A Program Arduinouno | 59 |

Daftar Tabel

| | | |
|-----|--|----|
| 3.1 | Tabel Geometris Reflektor | 23 |
| 3.2 | Spesifikasi Reflektor | 24 |
| 3.3 | Wiring Sensor DHT11 dengan Arduino Uno | 27 |
| 3.4 | <i>Wiring</i> Sensor MLX90614 dengan Arduino Uno | 28 |
| 3.5 | <i>Wiring</i> Sensor <i>Flowmeter</i> YFS401 dengan Arduino Uno | 30 |
| 3.6 | <i>Wiring Thermocouple Type K</i> Modul MAX6675 dengan Arduino Uno | 31 |
| 4.1 | Pengukuran Sensor | 37 |
| 4.2 | Pengujian Dinamis Pertama | 42 |
| 4.3 | Pengujian Dinamis Kedua | 44 |
| 4.4 | Perbedaan Suhu <i>Input</i> dan Debit Air | 46 |
| 4.5 | Pengaruh Perbedaan Debit Air | 46 |
| 4.6 | Pengaruh Perbedaan Suhu <i>Ambient</i> | 47 |
| 4.7 | Pengujian Statis | 49 |

Daftar Gambar

| | | |
|------|---|----|
| 2.1 | Grafik Distribusi Penyinaran di Indonesia | 9 |
| 2.2 | Potensi Energi Surya di Indonesia | 9 |
| 2.3 | Geometri Parabola | 11 |
| 2.4 | Pantulan Reflektor Parabola | 12 |
| 2.5 | Variasi yang sesuai dari kelengkungan parabola dan jarak fokus untuk bukaan tetap | 13 |
| 2.6 | Pantulan Sinar dalam Konsentrator Parabola | 14 |
| 2.7 | Ilustrasi Pipa Boiler | 15 |
| 2.8 | <i>Thermocouple Type K dengan Modul MAX6675</i> | 16 |
| 2.9 | Sensor DHT11 | 16 |
| 2.10 | Ilustrasi Mekanisme <i>Solar Steam Generator</i> | 17 |
| | | |
| 3.1 | Desain Keseluruhan Sistem | 22 |
| 3.2 | Koordinat Parabola | 23 |
| 3.3 | Isometri 3D <i>Parabolic Trough Collector</i> | 25 |
| 3.4 | Tampak Samping <i>Parabolic Trough Collector</i> | 25 |
| 3.5 | Tampak Atas <i>Parabolic Trough Collector</i> | 26 |
| 3.6 | Pipa Tembaga | 27 |
| 3.7 | Sensor DHT11 yang Diposisikan pada Sekitar Pipa | 28 |
| 3.8 | Sensor MLX90614 yang Digunakan | 29 |
| 3.9 | Sensor MLX90614 yang Diposisikan ke Arah Permukaan Pipa | 29 |
| 3.10 | <i>Flowmeter</i> YFS401 yang Dihubungkan dengan Selang Sebagai <i>Input Air</i> | 30 |
| 3.11 | <i>Thermocouple</i> Pengukuran <i>Input</i> | 31 |
| 3.12 | <i>Thermocouple</i> Pengukuran <i>Ouput</i> | 32 |
| 3.13 | Skematik Rangkaian | 32 |
| 3.14 | Diagram Alir Pengujian Dinamis | 33 |
| 3.15 | Diagram Alir Pengujian Statis | 34 |
| | | |
| 4.1 | Hasil Pengukuran <i>Smartphone</i> | 38 |
| 4.2 | Hasil Pengukuran <i>Smartphone</i> | 39 |
| 4.3 | Hasil Pengukuran <i>Smartphone</i> | 40 |
| 4.4 | Pengujian Titik Fokus | 41 |
| 4.5 | Pengujian Dinamis | 42 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4.6 | <i>Plot Suhu Output Terhadap Waktu Pengujian Dinamis Pertama</i> . . . | 43 |
| 4.7 | <i>Plot Suhu Output Terhadap Waktu Pengujian Dinamis Kedua</i> . . . | 45 |
| 4.8 | Pengujian Statis | 48 |
| 4.9 | <i>Plot Suhu Output Terhadap Waktu Pengujian Statis</i> | 50 |
| A.1 | Program Arduinouno | 60 |
| A.2 | Program Arduinouno | 61 |

Daftar Simbol dan Variabel

| | |
|--------------------|--|
| $^{\circ}\text{C}$ | derajat celcius |
| π | konstanta perbandingan keliling lingkaran dengan diameternya |
| ΔT | kenaikan suhu |
| \dot{m} | laju alir massa |
| Q | debit air |
| \dot{Q} | <i>heat gain</i> |
| ρ | massa jenis air |
| A | luas penampang |
| v | kecepatan air |
| V | volume air |

Daftar Singkatan

| | |
|-------|--|
| FTI | Fakultas Teknologi Industri |
| HSSD | <i>Hybrid Super Standard</i> |
| IEEE | <i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> |
| KBBI | Kamus Besar Bahasa Indonesia |
| LQR | <i>Linear Quadratic Regulator</i> |
| PCB | <i>Printed Circuit Board</i> |
| PID | <i>Proporsional Integral Derivatif</i> |
| PPR | <i>Pulse Per Revolution</i> |
| PUEBI | Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia |
| RPM | <i>Revolution Per Minute</i> |
| TTL | <i>Transistor-TransistorLogic</i> |
| UNPAR | Universitas Katolik Parahyangan |

Bab 1

Pendahuluan

Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah dan asumsi, tujuan Rancangan Tugas Akhir, manfaat rancangan Tugas Akhir, metodologi rancangan Tugas Akhir serta sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir.

1.1 Latar Belakang Masalah

Dikarenakan pertambahan populasi dunia, pembangunan sosial ekonomi, dan menipisnya bahan bakar fosil tradisional, masyarakat telah menyerukan cara yang lebih berkelanjutan untuk memanfaatkan energi terbarukan sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan. Energi yang dipancarkan matahari ke permukaan bumi setiap jam dapat memenuhi konsumsi energi tahunan manusia . Cahaya-ke-panas, juga dikenal sebagai konversi fototermal , merupakan cara yang efektif untuk memanfaatkan energi radiasi matahari melalui refleksi, penyerapan dan mengubahnya menjadi suhu yang cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhan yang berbeda-beda. Namun, saat ini proses pembangkitan uap tenaga surya mengalami efisiensi yang buruk karena penyerapan cahaya yang lemah dan kehilangan panas yang signifikan. [1]

Pembangkit listrik tenaga surya menggunakan sinar matahari untuk memanaskan cairan hingga suhu tinggi. Cairan tersebut kemudian disirkulasikan melalui pipa sehingga dapat mentransfer panasnya ke air dan menghasilkan uap. Uap diubah menjadi energi mekanik dalam turbin yang kemudian diubah menjadi listrik oleh generator konvensional. [2]

Indonesia berada di garis khatulistiwa yang membuat intensitas cahaya di Indonesia cukup tinggi. Indonesia negara kepulauan yang disinari oleh cahaya matahari selama lebih kurang selama 10 sampai 12 jam perharinya. [3] Perubahan sudut datang sinar tersebut mempengaruhi intensitas cahaya matahari sebagai energi masukan *solar steam generator*, oleh karenanya dibutuhkan data rata-rata untuk mengetahui

hal tersebut. Karena setiap harinya belum tentu mendapat penyinaran sesuai yang dibutuhkan (saat berawan), maka untuk menghasilkan suhu yang lebih tinggi reflektor parabola diperlukan. Reflektor parabola adalah pengumpul energi panas matahari yang dirancang untuk menangkap radiasi matahari langsung di atas area permukaan yang luas dan fokus, atau lebih umum "memusatkannya" ke area titik fokus kecil yang meningkatkan energi matahari yang diterima, berarti lebih banyak panas keseluruhan per meter persegi palung. [4]

Bentuk kolektor surya pemusatan harus dirancang secara khusus sehingga semua sinar matahari yang masuk terpantul dari permukaan kolektor dan tiba pada titik fokus yang sama tidak berpengaruh bagian kolektor manapun yang terkena sinar matahari lebih dulu. [5]

Pada salah satu referensi [6], dijelaskan pemanfaatan nanofluida untuk mengurangi *heat-loss* pada suatu sistem *solar steam generation* karena ketika nanopartikel disinari matahari, suhu permukaan nanopartikel ini dapat dengan cepat melebihi titik didih. Berbeda dengan Tugas Akhir ini yang lebih mengarah kepada pemanfaatan *Parabolic Mirror* untuk mengoptimalkan panas yang dihasilkan.

Terdapat dua karakteristik fluida yaitu fluida dinamis dan fluida statis. Fluida dinamis memiliki aliran air dan partikelnya memiliki energi kinetik, sehingga pada fluida dinamis terdapat *turbulence*. Contoh fluida dinamis adalah air yang mengalir pada sungai dan air yang mengalir pada pipa. Sedangkan pada fluida statis air tidak mengalir dan gerakan antar partikelnya konstan [7].

Pada penelitian ini, dilakukan perancangan *solar steam generator* dengan menggunakan reflektor *parabolic mirror* yang berfungsi agar sinar matahari fokus terarah kepada pipa *receiver*. Sinar matahari yang terfokus ke arah pipa *receiver* menyebabkan peningkatan pemanasan yang optimal pada pipa *receiver*, sehingga air dapat dipanaskan dengan lebih cepat. Pemanasan pada pipa diukur dengan metode dinamis dan statis. Pengujian dinamis dan statis ditujukan untuk memperoleh data karakteristik dari kedua pengujian, sehingga dapat dilihat suhu *output* yang dihasilkan.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Cahaya yang dipantulkan tidak selalu mengarah ke titik fokus pipa *receiver*.

1.3 Perumusan Masalah

1. Bagaimana perbedaan sudut datang cahaya mempengaruhi cahaya pantulan?
2. Bagaimana karakteristik kenaikan suhu air pada pengukuran dinamis?
3. Bagaimana karakteristik kenaikan suhu air pada pengukuran statis?

1.4 Batasan Masalah dan Asumsi

Terdapat beberapa batasan masalah pada tugas akhir ini, yaitu:

1. Pengambilan data tidak dapat dilakukan ketika cuaca buruk (tidak ada sinar matahari).
2. Tidak terdapat turbin dan kondensator pada sistem *solar steam generator* yang dirancang.

Terdapat beberapa asumsi pada tugas akhir ini, yaitu:

1. Pengujian statis memperoleh memperoleh suhu *output* yang lebih tinggi dibandingkan pengujian dinamis.
2. Perbedaan debit air pada pengujian dinamis menyebabkan perbedaan suhu *output* yang dihasilkan.

1.5 Tujuan Tugas Akhir

Terdapat beberapa tujuan pada Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Membuktikan bahwa *parabolic mirror* dapat memfokuskan cahaya ke kolektor dan memaksimalkan panas yang dihasilkan.
2. Membuktikan adanya kenaikan suhu air yang terjadi pada alat yang dirancang.
3. Membuktikan laju alir massa berpengaruh terhadap kenaikan panas yang dihasilkan pada pengukuran dinamis.
4. Membuktikan bahwa waktu pengukuran berpengaruh terhadap kenaikan panas yang dihasilkan pada pengukuran statis.

1.6 Manfaat Tugas Akhir

Terdapat beberapa manfaat Tugas Akhir ini seperti pada poin-poin berikut:

1. Mengetahui secara kuantitatif pemanasan yang terjadi pada alat baik secara dinamis maupun statis.
2. Mengetahui secara kuantitatif dan kualitatif evaluasi alat untuk mendapatkan pemanasan yang lebih baik.
3. Sebagai sarana referensi bagi seluruh pihak yang bernaung dibawah dunia pengembangan energi terbarukan.

1.7 Metodologi Tugas Akhir

Pada pengerjaan tugas akhir ini, terdapat beberapa metodologi yang dilakukan yaitu:

1. Melakukan studi literatur pada jurnal sebagai referensi pendukung tugas akhir yaitu perancangan *solar steam generator* dengan menggunakan *parabolic mirror* beserta perhitungannya, perancangan reflektor beserta perhitungannya, serta perhitungan perpindahan kalor yang diterima oleh sistem *solar steam generator*.
2. Melakukan perencanaan terhadap desain sistem yang dirancang. Rancangan dibuat pada aplikasi *solidworks 2020* agar mempermudah melakukan pembelian komponen-komponen.
3. Pembelian komponen-komponen penyusun alat pada *market place* seperti Tokopedia, Shopee, dan toko bangunan.
4. Melakukan simulasi pada alat untuk membuktikan teori-teori pendukung yang dijadikan referensi.
5. Melakukan analisa terhadap hasil keluaran pada sistem yaitu perbedaan perpindahan kalor yang dihasilkan sistem dengan menggunakan pengukuran statis dan dinamis.
6. Membuat kesimpulan dari tugas akhir.

1.8 Sistematika Penulisan

Buku Tugas Akhir ini dibagi menjadi 5 bab, yakni sebagai berikut:

1. **Bab 1 Pendahuluan.**

Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah dan asumsi, tujuan Tugas Akhir, manfaat Tugas Akhir, metodologi Tugas Akhir serta sistematika penulisan Buku Tugas Akhir.

2. **Bab 2 Tinjauan Pustaka.**

Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan pemecahan masalah dan dibutuhkan dalam pengolahan data serta analisis. Teori-teori dasar ini diperoleh melalui proses telaah pustaka yang intensif pada sejumlah pustaka yang mendukung penelitian pada Tugas Akhir ini.

3. **Bab 3 Perancangan Sistem.**

Dalam bab ini dipaparkan antara lain:

- (a) Kriteria/ spesifikasi produk/sistem yang diusulkan.
- (b) Usulan desain untuk menyelesaikan masalah yang telah dipaparkan di bab sebelumnya (Bab 1). Pada bagian ini, usulan disain dituliskan hingga detail.
- (c) Proses/prosedur pembuatan disain produk/sistem.
- (d) Rencana pengujian produk/sistem.

4. **Bab 4 Hasil dan Analisa.**

Dalam bab ini dipaparkan mengenai pembahasan hasil kalibrasi sensor, pengujian titik fokus, pengujian dinamis, pengujian statis, serta perbedaan pengujian dinamis dan statis.

5. **Bab 5 Kesimpulan dan Saran**

Dalam bab ini dipaparkan kesimpulan untuk menjawab identifikasi masalah dan tujuan dari Tugas Akhir serta saran dari perancangan yang telah dibuat.

