



**ANALISIS DESAIN SISTEM IRIGASI PEMUPUKAN JERUK
BERBASIS *TIMER PHOTOCELL***



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**ANALISIS DESAIN SISTEM IRIGASI PEMUPUKAN JERUK
BERBASIS *TIMER PHOTOCELL***

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Magister

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
YUSUF HARIANDI
55824110007

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yusuf Hariandi
NIM : 55824110007
Fakultas/Program Studi : Teknik / Magister Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tesis berjudul:

“Analisis Desain Sistem Irigasi Pemupukan Jeruk Berbasis *Timer PhotoCell*”

Adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apa pun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak mana pun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum, dan saya siap menerima sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 20 April 2026



Yusuf Hariandi

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I,,
BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Yusuf Hariandi
NIM : 55824110007
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **DESAIN SISTEM IRIGASI PEMUPUKAN JERUK
BERBASIS TIMER PHOTOCCELL**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin*
pada **Selasa, 3 Maret 2026** dengan hasil persentase sebesar **10 %** dan
dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas
Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 3 Maret 2026

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Yusuf Hariandi
NIM : 55824110007
Fakultas/Program Studi : Teknik / Magister Teknik Mesin
Judul Tesis : Analisis Desain Sistem Irigasi Pemupukan Jeruk
Berbasis *Timer Photocell*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 20 April 2026 di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



✓ (Dianta Ginting, S.Si, M.Sc, Ph.D)

NIDN: 0324118202



UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Jakarta, Juni 2026

Mengetahui,


Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT)

NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi
Magister Teknik Mesin



(Ir. Muhammad Fitri, M.Si, Ph.D)

NIDN: 1013126901

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng, selaku Rektor Universitas Mercu Buana selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Ir. Muhamad Fitri, M. Si, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin
4. Dianta Ginting, S.Si, M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tesis ini
5. Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D, selaku Dosen Penelaah Seminar Proposal, yang telah memberikan waktu, saran dan masukannya dalam penyusunan proposal tesis saya
6. Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Penguji Seminar Hasil, yang telah memberikan waktu, saran, dan masukannya dalam penyusunan seminar hasil tesis saya.
7. Ir. Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D., selaku Dosen / Ketua Penguji Sidang Tesis, yang telah memberikan waktu, saran, dan masukannya dalam penyusunan tesis saya.
8. Dra. I Gusti Ayu Arwati, M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji Sidang Tesis, yang telah memberikan waktu, saran, dan masukannya dalam penyusunan tesis saya.
9. Samisara Aritonang, selaku istri yang turut serta memberikan dukungan selama proses penelitian berlangsung mulai dari awal penelitian sampai dengan selesai

di lokasi kebun jeruk, dan anak-anak (Ruth Abigail Vania Girsang dan Sean Felix Girsang) yang terus memberikan dukungan dan semangat buat saya dalam menyelesaikan penulisan tesis ini.

10. Demon Banpres Girsang selaku petani di Desa Nagasaribu, Kecamatan Silima Kuta, Kabupaten Simalungun, yang turut serta memberikan lokasi penelitian dan tenaga selama proses penelitian berlangsung.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.



Jakarta, 26 Mei 2026

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Yusuf Hariandi', written in a cursive style.

Yusuf Hariandi

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yusuf Hariandi
NIM : 55824110007
Fakultas/Program Studi : Teknik / Magister Teknik Mesin
Judul Tesis : Analisis Desain Sistem Irigasi Pemupukan Jeruk
Berbasis *Timer Photocell*

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmediasi/memformat, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 26 Mei 2026

Yang menyatakan,



(Yusuf Hariandi)

**ANALISIS DESAIN SISTEM IRIGASI PEMUPUKAN JERUK
BERBASIS *TIMER PHOTOCCELL*
YUSUF HARIANDI**

ABSTRAK

Perubahan iklim mempunyai pengaruh besar terhadap pertumbuhan tanaman jeruk, yang memerlukan air dan nutrisi untuk pertumbuhan batang, daun, bunga dan buah. Untuk menghadapi ketidakpastian iklim, kebun jeruk memerlukan sistem irigasi yang baik dan optimal. Namun, petani di Simalungun masih menggunakan metode penyiraman konvensional yang memakan waktu lama dan sangat bergantung pada kondisi cuaca. Sementara itu, irigasi tetes umumnya digunakan pada sistem bertekanan rendah, sedangkan irigasi modern berbasis IoT sulit diterapkan karena keterbatasan internet, ketiadaan listrik di kebun, serta tingginya biaya instalasi. Penelitian ini bertujuan merancang sistem irigasi menggunakan timer photocell dan valve PVC yang beroperasi tanpa listrik maupun internet, dengan memanfaatkan komponen lokal. Metode penelitian mencakup perancangan sistem pada lahan jeruk ± 1 ha dengan membuat prototipe satu kelompok tanaman dengan menggunakan mesin bensin 6,5 HP, pompa sprayer Tanika TWN 22, tangki 3000 liter, pipa PVC, serta pengaturan irigasi yang dikendalikan oleh *timer photocell* pada setiap kelompok tanaman. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan efisiensi waktu hingga 89,12%, dan efisiensi tenaga kerja 66,67%. Sistem ini mudah diimplementasikan, lebih hemat energi dan tenaga kerja, serta menghemat air sebesar 18,01% sampai dengan 29,15%. Tekanan operasi optimal pompa pada sistem irigasi tersebut berada pada 3 bar. Kesimpulannya, di tengah keterbatasan infrastruktur, sistem irigasi dan pemupukan jeruk berbasis *timer photocell* menjadi solusi yang efisien, praktis, dan berkelanjutan bagi petani di Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara.

Kata Kunci: Irigasi, *Timer Photocell*, Valve PVC

**ANALYSIS OF THE DESIGN OF AUTOMATIC CITRUS FERTILIZER
IRRIGATION SYSTEM BASED ON PHOTOCCELL TIMER
YUSUF HARIANDI**

ABSTRACT

Climate change has a significant impact on citrus growth, which relies on water and nutrients for the development of stems, leaves, flowers, and fruits. To cope with climate uncertainty, citrus orchards need a good and optimal irrigation system. However, farmers in Simalungun still use conventional watering methods that are time-consuming and highly dependent on weather conditions. Meanwhile, drip irrigation is commonly used in low-pressure systems, whereas modern IoT-based irrigation is challenging to implement due to internet limitations, the lack of electricity in orchards, and high installation costs. This study aims to design an irrigation system using a photocell timer and PVC valve that operates without electricity or the internet, utilizing local components. The research method included designing a system on ± 1 ha of orange land by creating a prototype for one group of plants using a 6.5 HP gasoline engine, a Tanika TWN 22 sprayer pump, a 3000-liter tank, PVC pipes, and irrigation settings controlled by a photocell timer for each group of plants. The results showed an increase in time efficiency of up to 89.12% and labor efficiency of 66.67%. This system is easy to implement, more energy and labor efficient, and saves 18.01% to 29.15% of water. The optimal operating pressure of the pump in that irrigation system is 3 bar. In conclusion, despite infrastructure limitations, the photocell timer-based irrigation and fertilization system for citrus trees offers an efficient, practical, and sustainable solution for farmers in Simalungun District, North Sumatra

Keywords: *Irrigation; Photocell Timer; PVC Valve*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Novelty	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 <i>Photocell</i> sebagai Sumber Energi Terbarukan	10
2.2 Teknologi <i>Timer</i> dalam Irigasi	11
2.2.1 Jenis-Jenis <i>Timer</i> dan Sumber Energi.....	11
2.3 <i>Valve</i>	11
2.3.1 Jenis-jenis <i>Valve</i>	12
2.3.2 Fungsi dan Klasifikasi <i>Valve</i>	14

2.3.3	Kategori <i>Valve</i> Berdasarkan Klasifikasi Fungsi Cara Kerja	14
2.4	<i>Sprinkler</i> dalam Irigasi	17
2.5	Efisiensi Irigasi Otomatis	17
2.6	Hidrolika Fluida dan Sistem Pemipaan	17
2.7	Penelitian Terdahulu Terkait Desain Sistem Irigasi	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		26
3.1	Perencanaan Sistem Irigasi Otomatis	26
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	26
3.3	Tahapan Penelitian	27
3.4	Tahapan Pemeliharaan Sistem Irigasi Pemupukan Secara Otomatis	29
3.5	Alur Proses Sistem Irigasi Pemupukan Secara Otomatis.....	31
3.6	Diagram Morfologi Sistem Irigasi	33
3.7	Matriks Solusi.....	37
3.8	Evaluasi Matriks Solusi.....	38
3.9	Data Spesifik untuk Perencanaan Sistem Irigasi Pemupukan Jeruk	39
3.10	Perencanaan Desain Sistem Irigasi Untuk Satu Kelompok Tanaman	41
3.11	Implementasi dan Pengujian.....	42
3.12	Analisis Data	42
3.13	Simulasi Menggunakan <i>Software</i> Matlab.....	42
3.14	Kesimpulan dan Saran.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		45
4.1	Konfigurasi Sistem Irigasi Berbasis <i>Timer Photocell</i> dan <i>Valve</i> PVC.....	45
4.2.	Kinerja Sistem Irigasi Pemupukan	49
4.2.1	Hasil Pengujian Berdasarkan Tekanan Pompa, Debit dan Waktu.....	49
4.2.2	Perhitungan Irigasi Sistem Konvensional/Manual	67
4.2.4	Analisis Perbandingan Antara Konvensional dengan Otomatis (<i>Timer Photocell</i>).....	79
4.2.5	Analisis Perhitungan Kelayakan Ekonomi (NPV, Rasio B/C, <i>Payback Period</i>)	84
4.3	Prosedur Implementasi dan Pemeliharaan Sistem Irigasi Otomatis (<i>Timer Photocell</i>)	87
4.3.1	Prosedur Implementasi Sistem Irigasi Otomatis.....	87
4.3.2	Prosedur Pemeliharaan Sistem Otomatis.....	89

4.4 Analisis Karakteristik Hidrolik Sistem Irigasi	90
4.4.1 Data Peralatan Utama Sistem Irigasi Satu Kelompok Tanaman	90
4.4.2 Perhitungan Debit Aliran Air dan Kecepatan Aliran.....	91
4.4.4 Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> (<i>Fitting</i> dan Aksesoris).....	93
4.4.5 Perhitungan Total <i>Head Loss</i> Sistem Irigasi.....	95
4.4.6 Perhitungan Distribusi Tekanan.....	95
BAB V PENUTUP.....	99
5.1 Kesimpulan.....	99
5.2 Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA	102
LAMPIRAN 1.....	108



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan Sistem Irigasi	4
Tabel 1.2 Tantangan Sistem Irigasi IoT.....	5
Tabel 2.1 Hasil Penelitian Sistem Irigasi Terdahulu.....	21
Tabel 3.1 Diagram Morfologi Sistem Irigasi	34
Tabel 3.2 Spesifikasi Perencanaan	39
Tabel 4.1 Peralatan Sistem Irigasi Satu Kelompok Tanaman.....	45
Tabel 4.2 Hasil Pengetesan Tekanan Pompa 2 Bar dan Waktu Tes 2 Menit.....	49
Tabel 4.3 Hasil Pengetesan Tekanan Pompa 2 Bar dan Waktu Tes 2 Menit (Tes Kedua).....	50
Tabel 4.4 Hasil Pengetesan Tekanan Pompa 2 Bar dan Waktu Test 3 Menit.....	51
Tabel 4.5 Hasil Pengetesan Tekanan Pompa 3 Bar dan Waktu Tes 2 Menit.....	52
Tabel 4.6 Hasil Pengetesan Tekanan Pompa 3 Bar dan Waktu Test 3 Menit.....	53
Tabel 4.7 Hasil Pengetesan Tekanan Pompa 3 Bar dan Waktu Tes 1 Menit.....	55
Tabel 4.8 Hasil Pengetesan Tekanan Pompa 4 Bar dan Waktu Tes 1 Menit.....	56
Tabel 4.9 Hasil Pengetesan Tekanan Pompa 4 Bar dan Waktu Tes 2 Menit.....	57
Tabel 4.10 Hasil Pengetesan Tekanan Pompa 4 Bar dan Waktu Tes 3 Menit.....	58
Tabel 4.11 Rangkuman Hasil Pengetesan Pada Satu Kelompok Tanaman Untuk Waktu 2 menit.....	58
Tabel 4.12 Tabel Perbandingan Ketiga Tekanan Pompa.....	63
Tabel 4.13 Pola Umum Sebagai Kesimpulan	66
Tabel 4.14 Data Lapangan Sistem Konvensional	68
Tabel 4.15 Data Produksi dan Ekonomi	69
Tabel 4.16 Perhitungan Waktu Operasional Sistem Konvensional	69
Tabel 4.17 Perhitungan Penggunaan Air Sistem Konvensional	70
Tabel 4.18 Analisis Keseragaman Distribusi Sistem Konvensional.....	70
Tabel 4.19 Produktivitas Air Sistem Konvensional.....	70
Tabel 4.20 Data Lapangan Sistem Otomatis (<i>Timer Photocell</i>)	72
Tabel 4.21 Perhitungan Waktu Operasional Sistem Otomatis (<i>Timer Photocell</i>)	73
Tabel 4.22 Perhitungan Penggunaan Air Sistem Otomatis (<i>Timer Photocell</i>)	74
Tabel 4.23 Analisis Keseragaman Distribusi Sistem Otomatis (<i>Timer Photocell</i>)	76

Tabel 4.24 Produktivitas Air Sistem Otomatis (<i>Timer Photocell</i>).....	77
Tabel 4.25 Perbandingan Waktu Operasional.....	79
Tabel 4.26 Perbandingan Penggunaan Air.....	79
Tabel 4.27 Perbandingan Biaya Tenaga Kerja.....	81
Tabel 4.28 Perbandingan Keseragaman Distribusi	81
Tabel 4. 29 Perbandingan Produktivitas Air	82
Tabel 4.30 Umur Instalasi dan Estimasi Tingkat Suku Bunga	84
Tabel 4.31 Biaya Investasi Awal	84
Tabel 4. 32 Upah Tenaga Kerja Instalasi Irigasi.....	85
Table 4.33 Data Peralatan Utama Sistem Irigasi	90
Tabel 4. 34 Debit Aliran dan Kecepatan.....	91
Tabel 4.35 Perhitungan <i>Head Loss Major</i>	93
Tabel 4.36 Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> (<i>Fitting</i> dan Aksesoris) Satu Kelompok Tanaman.....	94
Tabel 4.37 Perhitungan Distribusi Tekanan.....	95
Tabel 4.38 Perbandingan Tekanan Pompa (Teori dengan Praktek Pengujian).....	96
Tabel 4.39 Evaluasi Berdasarkan Beberapa Tekanan Pompa.....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Sistem Irigasi Menggunakan IoT	2
Gambar 1. 2 Sistem Irigasi Menggunakan Irigasi Tetes (<i>Drip Irrigation</i>)	3
Gambar 1. 3 Sistem Irigasi Menggunakan Sistem Energi Surya).....	3
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.3 Diagram Alir Perawatan Sistem Irigasi.....	30
Gambar 3.4 Alur Proses Sistem Irigasi Pemupukan secara Otomatis	32
Gambar 3.5 <i>Objective Tree</i> Sistem Irigasi	39
Gambar 3.6 Desain Satu Kelompok Tanaman.....	41
Gambar 3.7 Simulasi Pengisian Baterai dari Panel Surya	43
Gambar 3.8 Simulasi Pembukaan <i>Valve</i> Kelompok Tanaman	43
Gambar 3.9 Simulasi Pembukaan <i>Valve</i> Kelompok Tanaman	44
Gambar 4.1 Gambar Desain Sistem Irigasi Berbasis <i>Timer Photocell</i> pada Sistem Irigasi Satu Kelompok Tanaman.....	46
Gambar 4.2 Konfigurasi Sistem Irigasi Satu Kelompok Tanaman.....	46
Gambar 4.3 Instalasi Sistem Irigasi Satu Kelompok Tanaman (A dan B).....	48
Gambar 4.4 Hasil Pengetesan Sistem Irigasi Satu Kelompok Tanaman	48
Gambar 4.5 Photo Tes 1, Tekanan 2 Bar, Waktu Tes 2 Menit	49
Gambar 4.6 Photo Tes, Tekanan 2 Bar, Waktu Tes 2 Menit	50
Gambar 4.7 Photo Tes 3, Tekanan 2 Bar, Waktu Tes 3 Menit	51
Gambar 4.8 Photo Tes 4, Tekanan 3 Bar, Waktu Tes 2 Menit	52
Gambar 4.9 Photo Tes 5, Tekanan 3 Bar, Waktu Tes 3 Menit	53
Gambar 4.10 Photo Tes 6, Tekanan 3 Bar, Waktu Tes 1 Menit	54
Gambar 4.11 Photo Tes 7, Tekanan 4 Bar, Waktu Tes 1 Menit	55
Gambar 4.12 Photo Tes 8, Tekanan 4 Bar, Waktu Tes 2 Menit	56
Gambar 4.13 Photo Tes 9, Tekanan 4 Bar, Waktu Tes 3 Menit	57
Gambar 4.14 Grafik Tekanan 2 Bar dibandingkan dengan waktu 1, 2 dan 3 menit	59

Gambar 4.15 Grafik Tekanan 3 Bar dibandingkan dengan waktu 1, 2 dan 3 menit	61
Gambar 4.16 Grafik Tekanan 4 Bar dibandingkan dengan Waktu 1, 2 dan 3 Menit	62
Gambar 4. 17 Grafik Waktu 1 Menit dibandingkan dengan Tekanan 3,4 Bar	64
Gambar 4. 18 Grafik Waktu 2 Menit dibandingkan dengan Tekanan 2,3,4 Bar ..	65
Gambar 4.19 Grafik Waktu 3 Menit dibandingkan dengan Tekanan 2,3,4 Bar ...	66



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel *Loss coefficients of fully open valves, elbows, and tees*
- Lampiran 2. Gambar *Loss Coefficients Of Pipe Entrances And Exits*
- Lampiran 3. Tabel *Coefficient Loss Pipa PVC*
- Lampiran 4. *Moody Diagram*
- Lampiran 5. Spesifikasi *Sprinkler/Nozzle*

