

SKRIPSI

**PERANCANGAN PEMANENAN AIR HUJAN (PAH) UNTUK KOMPLEK
KAMPUS I UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT (ULM)
BANJARMASIN**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program
Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat



OLEH:

PRIMA JATI HARIYANTO
NIM. 2010811210113

DOSEN PEMBIMBING UTAMA:

ULFA FITRIATI, S.T., M.Eng.

NIP. 19810922 200501 2 003

DOSEN PEMBIMBING PENDAMPING:

EDDY NASHRULLAH, S.T., M.T.

NIP. 19910708 202203 1 005

KEMENTRIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

BANJARBARU

2024

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
Perancangan Pemanenan Air Hujan (PAH) untuk Komplek Kampus I
Universitas Lambung Mangkurat (ULM) Banjarmasin

Oleh
Prima Jati Hariyanto (2010811210113)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 9 Januari 2024 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji:

Ketua : Elma Sofia, S.T., M.T.
NIP. 199306172019032024

Anggota 1 : Dr. Novitasari, S.T., M.T.
NIP. 197511242005012005


Pembimbing Utama : Ulfa Fitriati, S.T., M.Eng.
NIP. 198109222005012003

Pembimbing Pendamping : Eddy Nashrullah, S.T., M.T.
NIP. 199107082022031005

24 JAN 2024
Banjarbaru,

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,


Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 197401071998021001

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Sipil,


Dr. Muhammad Arsvad S.T., M.T.
NIP. 197208261998021001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prima Jati Hariyanto

NIM : 2010811210113

Fakultas : Teknik

Program Studi : S-1 Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perancangan Pemanenan Air Hujan (PAH) untuk Komplek
Kampus I Universitas Lambung Mangkurat (ULM)
Banjarmasin

Pembimbing : Ulfa Fitriati, S.T., M.Eng.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Banjarbaru, Januari 2024

Penulis,

Prima Jati Hariyanto

NIM. 2010811210113

ABSTRAK

Sebagai kampus utama, Kampus I ULM (Universitas Lambung Mangkurat) menjadi induk/pusat administrasi bagi sebagian besar dosen dan mahasiswa. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, ULM pun terus melakukan pembangunan demi menunjang fasilitas pendidikan seperti penambahan gedung perkuliahan, ruang laboratorium, dsb. Hal ini pula berdampak pada daerah resapan air menjadi semakin berkurang. Sekaligus juga akan mengalami peningkatan volume penggunaan air bersih (air tanah). Maka dari itu, munculah suatu gagasan untuk menjadi alternatif dalam pemenuhan kebutuhan air bersih (non konsumsi) yakni perancangan Pemanenan Air Hujan (PAH). PAH itu sendiri adalah salah satu metode yang digunakan dalam memanfaatkan air hujan untuk dimanfaatkan sebagai salah satu sumber supply air bersih.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan prinsip PAH melalui atap gedung. Dimulai dari mengumpulkan data primer yang berupa foto drone Kampus I ULM. Serta data sekunder yang berupa data curah hujan harian, data jumlah warga Kampus I ULM dan luasan atap. Selanjutnya dilakukan perhitungan hidrologi untuk diketahui neraca air antara kebutuhan dengan ketersediaan air yang dihasilkan dari PAH. Agar selanjutnya bisa direncanakan desain PAH di Kampus I ULM.

Dari hasil analisis dan perhitungan dapat diketahui tingkat potensi efisiensi penggunaan PAH di Kampus I ULM mencapai angka 44,85%. Kemudian dapat direncanakan desain PAH dengan 4 buah tandon per bangunan untuk penerapan PAH.

Kata kunci: pemanenan air hujan, kebutuhan air bersih, Kampus I ULM

ABSTRACT

As the main campus, ULM (Universitas Lambung Mangkurat) Campus I is the administrative centre for most lecturers and students. Along with the development of science, ULM also continues to carry out development to support educational facilities such as the addition of lecture buildings, laboratory rooms, etc. This also has an impact on water catchment areas becoming increasingly reduced. At the same time, there will also be an increase in the volume of clean water use (groundwater). Therefore, an idea emerged to be an alternative in fulfilling clean water needs (non-consumption), namely the design of Rainwater Harvesting (PAH). PAH itself is one of the methods used in utilising rainwater to be used as a source of clean water supply.

The methodology used in this research is to use the principle of PAH through the roof of the building. Starting from collecting primary data in the form of drone photos of Campus I ULM. As well as secondary data in the form of daily rainfall data, data on the number of residents of Campus I ULM and roof area. Furthermore, hydrological calculations are carried out to determine the water balance between the need and the availability of water produced from PAH. So that then the PAH design can be planned at Campus I ULM.

From the results of analyses and calculations, it can be seen that the potential level of efficiency in using PAH on Campus I ULM reaches 44.85%. Then it can be planned

Keywords: *rainwater harvesting, clean water demand, Campus I ULM*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. *Rabbish rahli sadri. Wayassirli amri. Wahlul uqdatam millisani. Yafqahu qauli.* Segala syukur terpanjatkan hanya untuk Allah SWT, Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya jualah sehingga skripsi ini dapat diselesaikan tepat waktu. Shalawat serta salam juga untuk junjungan umat, Nabi Besar Muhammad SAW. Harapan dan doa pun terucap, semoga kita dapat memperoleh kebahagiaan dunia dan akhirat.

Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk menempuh ujian Strata Satu (S-1) pada Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, dengan judul “Perancangan Pemanenan Air Hujan (PAH) Untuk Komplek Kampus I Universitas Lambung Mangkurat (ULM) Banjarmasin”. Keberhasilan penyusunan Proposal Skripsi ini berkat doa restu dan dukungan banyak pihak, untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya, Muthohar (ayah) dan Yuyun Rahmadini (Ibu), serta adik-adik saya Hafizh Arif Ibrahim dan Muhammad Adzka Salim, serta seluruh keluarga besar yang tiada henti memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan selama kuliah hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Iphan Fitriani Radam, S.T., M.T selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan Proposal Skripsi ini.
4. Ibu Ulfa Fitriati, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing utama skripsi yang dengan penuh perhatian dan kesabaran telah mengarahkan serta membimbing saya untuk menyelesaikan skripsi dengan baik.
5. Bapak Eddy Nashrullah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping skripsi saya yang dengan penuh kesabaran dalam mendidik dan mengasistensikan skripsi saya dengan sabar.

6. Dosen-dosen Teknik Sipil dan staff Prodi Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu sebagai modal dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan “MTP Academica” / “MTP Empire” yang telah memberikan berbagai semangat dan dukungan yang tak terkira untuk saya bisa menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman seperbimbingan, Yamin, Mirwan, Syamsul, Zahwa, Rafli, Aldo, Rere, Ilham, Andra, Rahim, dan Haris yang selama ini berproses bersama dalam pengumpulan data-data yang diperlukan pada skripsi kami.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas segala bantuan untuk memudahkan menyelesaikan skripsi ini.
10. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quit to fulfill this thesis.*

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna baik dari segi bahasa, teknik penulisan maupun dari segi keilmuannya. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca demi kesempurnaan Skripsi ini dimasa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat memperkaya ilmu. Amin Ya Rabbal’ Alamin.

Banjarbaru, Januari 2024

Prima Jati Hariyanto

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN | iv |
| ABSTRAK | iv |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 16 |
| 1.1 Latar Belakang | 16 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 18 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 18 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 18 |
| 1.5 Batasan Masalah..... | 19 |
| 1.6 Lokasi Perancangan | 20 |
| BAB II INJAUAN PUSTAKA | 21 |
| 2.1 Hujan | 21 |
| 2.1.1 Tipe Hujan..... | 22 |
| 2.1.2 Manfaat Hujan..... | 24 |
| 2.2 Analisa Hidrologi..... | 24 |
| 2.2.1 Siklus Hidrologi | 25 |
| 2.2.2 Siklus Hidrologi Tertutup | 27 |
| 2.2.3 Siklus Hidrologi Terbuka..... | 29 |
| 2.3 Analisa Rata-Rata Curah Hujan Wilayah..... | 30 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.3.1 | Hujan efektif..... | 34 |
| 2.3.2 | Hari Tidak Hujan (HTH) | 35 |
| 2.4 | Kebutuhan Air | 35 |
| 2.4.1 | Pemakaian Air untuk Kebutuhan Domestik..... | 36 |
| 2.4.2 | Pemakaian Air untuk Kebutuhan Non Domestik | 37 |
| 2.5 | Pemanenan Air Hujan (PAH) | 38 |
| 2.5.1 | Macam-Macam Metode Pemanenan Air Hujan (PAH)..... | 40 |
| 2.5.2 | Metode Penampungan Air Hujan (PAH) yang Digunakan..... | 41 |
| 2.5.3 | Jenis-Jenis Penampungan Air Hujan (PAH) | 42 |
| 2.5.4 | Komponen-Komponen Dasar Pemanenan Air Hujan (PAH) | 43 |
| 2.5.5 | Spesifikasi Bahan Pemanenan Air Hujan (PAH) | 44 |
| 2.5.6 | Prinsip Kerja Teknik Pemanenan Air Hujan (PAH) | 47 |
| 2.5.7 | Daerah Tangkapan Air Hujan | 48 |
| 2.6 | Perhitungan Volume Pemanenan Air Hujan..... | 51 |
| 2.6.1 | Pemenuhan Air untuk Kebutuhan Non Domestik..... | 51 |
| 2.6.2 | Neraca Air | 51 |
| 2.7 | Studi Literatur | 52 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 54 |
| 3.1 | Lokasi Perancangan | 54 |
| 3.2 | Studi Pustaka..... | 55 |
| 3.3 | Teknik Pengumpulan Data | 55 |
| 3.3.1 | Pengumpulan Data-Data Primer | 55 |
| 3.3.2 | Pengumpulan Data-Data Sekunder..... | 56 |
| 3.4 | Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan (PAH) | 57 |
| 3.5 | Bagan Alir/ <i>Flow Chart</i> Perancangan Pemanenan Air Hujan (PAH)..... | 58 |

| | |
|--|----|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 59 |
| 4.1 Gambaran Umum..... | 59 |
| 4.2 Data Perancangan..... | 61 |
| 4.2.1 Data Primer | 61 |
| 4.2.2 Data Sekunder | 61 |
| 4.3 Data Curah Hujan..... | 62 |
| 4.3.1 Selang Hari Tidak Hujan | 62 |
| 4.3.2 Hujan Efektif..... | 63 |
| 4.4 Data Jumlah Warga ULM..... | 64 |
| 4.4.1 Jumlah Mahasiswa Kampus I ULM | 64 |
| 4.4.2 Jumlah Dosen Mengajar Kampus I ULM..... | 64 |
| 4.4.3 Jumlah Kepegawaian Kampus I ULM..... | 65 |
| 4.4.4 Total Jumlah Warga ULM Banjarmasin..... | 66 |
| 4.5 Jumlah Kebutuhan Air di Komplek Kampus I ULM..... | 68 |
| 4.5.1 Perhitungan Kebutuhan Air | 68 |
| 4.5.2 Presentase Proyeksi Kebutuhan Air..... | 69 |
| 4.6 Ketersediaan Air dari PAH..... | 71 |
| 4.6.1 Data Luasan Atap | 71 |
| 4.6.2 Rencana Lokasi PAH..... | 90 |
| 4.6.3 Proyeksi Ketersediaan Air dari PAH..... | 92 |
| 4.7 Neraca Air | 94 |
| 4.8 Desain Perancangan PAH..... | 96 |
| 4.8.1 Desain PAH versi <i>SketchUP</i> | 96 |
| 4.8.2 Desain PAH versi <i>Enscape</i> | 97 |
| 4.8.3 Dimensi Desain Perancangan PAH | 99 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| BAB V PENUTUP | 104 |
| 5.1 Kesimpulan | 105 |
| 5.2 Saran..... | 105 |
| DAFTAR PUSTAKA | 105 |
| LAMPIRAN | 109 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Keadaan Hujan dan Intensitas Hujan | 23 |
| Tabel 2.2 Kriteria Kebutuhan Air Domestik | 36 |
| Tabel 2.3 Standar Kebutuhan Air Berdasarkan Fasilitas (Non Domestik)..... | 37 |
| Tabel 2.5 Nilai Koefisien Limpasan/Pengaliran/ <i>run off</i> | 50 |
| Tabel 2.6 Standar Kebutuhan Air Berdasarkan Fasilitas (Non Domestik)..... | 51 |
| Tabel 4.1 Selang Hari Tidak Hujan | 62 |
| Tabel 4.2 Hujan Efektif Tahun 1973-2022..... | 63 |
| Tabel 4.3 Jumlah Mahasiswa Kampus I ULM..... | 64 |
| Tabel 4.4 Jumlah Dosen Mengajar Kampus I ULM | 65 |
| Tabel 4.5 Jumlah Tenaga Kepegawaian Kampus ULM | 65 |
| Tabel 4.6 Jumlah Warga ULM Kampus I Banjarmasin | 66 |
| Tabel 4.7 Jumlah Warga Kampus I ULM di Masing-Masing Satker | 66 |
| Tabel 4.8 Gedung-Gedung yang Tidak Memiliki Jumlah Warga di <i>Website</i> ULM | 67 |
| Tabel 4.9 Presentase Proyeksi Kebutuhan Air Non Domestik di Kampus I ULM | 70 |
| Tabel 4.10 Luasan Atap Gedung <i>General Building</i> (GB)..... | 80 |
| Tabel 4.11 Luasan Atap Gedung FISIP Baru (FISIP 2) | 81 |
| Tabel 4.12 Luasan Atap Gedung Fakultas Hukum (FH)..... | 81 |
| Tabel 4.13 Luasan Atap Gedung Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB) | 81 |
| Tabel 4.14 Luasan Atap FKIP Baru (FKIP 2) | 82 |
| Tabel 4.15 Luasan Atap Gedung FKIP Lama / PGSD (FKIP 1) | 83 |
| Lanjutan Tabel 4.16 Luasan Atap Gedung FKIP Lama / PGSD (FKIP 1) | 84 |
| Tabel 4.17 Luasan Atap Gedung FISIP Lama (FISIP 1)..... | 85 |
| Tabel 4.18 Luasan Atap Bangunan Rumah Dinas Rekrorat (RDR)..... | 85 |
| Tabel 4.19 Luasan Atap Gedung Pascasarjana Lama (P1)..... | 86 |
| Tabel 4.20 Luasan Atap Bangunan UKM ULM | 86 |
| Tabel 4.21 Luasan Atap Bangunan Masjid (M) Baitul Hikmah ULM..... | 86 |
| Tabel 4.22 Luasan Atap Gedung Rektorat ULM (R) | 87 |
| Tabel 4.23 Luasan Atap Gedung ULM <i>Centre Library</i> (Perpustakaan) | 87 |

| | |
|---|----|
| Tabel 4.24 Luasan Bangunan Sekre. UKM, BNI, & Damkar..... | 87 |
| Tabel 4.25 Luasan Bangunan LPPM & GSG ULM..... | 88 |
| Tabel 4.26 Luasan Atap Gedung Fakultas Teknik (FT) | 88 |
| Tabel 4.27 Luasan Atap Gedung Pascasarjana Baru (P2)..... | 89 |
| Tabel 4.28 Total Luasan Atap Penuh di Seluruh Satker-Satker Kampus I ULM..... | 89 |
| Tabel 4.29 Total Luasan Atap Bersih di Seluruh Satker-Satker Kampus I ULM | 90 |
| Tabel 4.30 Perbandingan Luasan Atap Penuh dan Luasan Atap Bersih | 91 |
| Tabel 4.31 Proyeksi Ketersediaan Air dari PAH | 92 |
| Tabel 4.32 Neraca Air | 94 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 Peta Administrasi Kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan..... | 20 |
| Gambar 2.1 Tipe-Tipe Hujan Berdasarkan Naiknya Udara | 23 |
| Gambar 2.2 Siklus dan Komponen-Komponen Hidrologi..... | 27 |
| Gambar 2.3 Siklus Hidrologi Tertutup..... | 28 |
| Gambar 2.4 Siklus Hidrologi Terbuka | 29 |
| Gambar 2.5 Poligon Thiessen | 32 |
| Gambar 2.6 Metode Isohyet..... | 34 |
| Gambar 2.7 Skema Pemanenan Air Hujan..... | 42 |
| Gambar 2.8 <i>Stainless Steel Tank</i> | 46 |
| Gambar 2.9 <i>Faiberglass Tank</i> | 46 |
| Gambar 2.10 <i>Concrete Tank</i> | 47 |
| Gambar 3.1 Peta <i>Google Earth</i> Komplek Kampus I ULM Banjarmasin | 54 |
| Gambar 3.2 <i>Drone Mavic Pro</i> | 56 |
| Gambar 3.3 Foto <i>Drone</i> Tampak Atas komplek Kampus I ULM Banjarmasin | 57 |
| Gambar 4.1 Foto Drone Kampus I ULM dan zoomout Fakultas Teknik (FT) | 60 |
| Gambar 4.2 Hasil Foto Drone yang Diolah di <i>Software Arcmap 10.8</i> | 71 |
| Gambar 4.3 Foto Tampak Atas Atap Gedung <i>General Building</i> (GB) | 72 |
| Gambar 4.4 Tampak Atas Atap Gedung FISIP Baru / FISIP 2 | 72 |
| Gambar 4.5 Tampak Atas Atap Gedung Fakultas Hukum (FH) | 73 |
| Gambar 4.6 Tampak Atas Atap Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB) | 73 |
| Gambar 4.7 Tampak Atas Atap FKIP Baru / FKIP 2..... | 74 |
| Gambar 4.8 Tampak Atas Atap FKIP Lama / PGSD (FKIP 1) | 74 |
| Gambar 4.9 Tampak Atas Atap FISIP Lama / FISIP 1 | 75 |
| Gambar 4.10 Tampak Atas Atap Rumah Dinas Rektorat (RDR)..... | 75 |
| Gambar 4.11 Tampak Atas Atap Pascasarjana Lama / P1..... | 76 |
| Gambar 4.12 Tampak Atas Atap Bangunan UKM ULM | 76 |
| Gambar 4.13 Tampak Atas Atap Masjid Baitul Hikmah ULM..... | 77 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 4.14 Tampak Atas Atap Gedung Rektorat ULM..... | 77 |
| Gambar 4.15 Tampak Atas Atap ULM Centre Library (Perpustakaan)..... | 78 |
| Gambar 4.16 Tampak Atas Atap Bangunan Sekre. UKM, BNI & Damkar..... | 78 |
| Gambar 4.17 Tampak Atas Atap Gedung LPPM & GSG ULM..... | 79 |
| Gambar 4.18 Tampak Atas Atap Gedung Fakultas Teknik / FT..... | 79 |
| Gambar 4.19 Tampak Atas Atap Pascasarjana Baru (P2)..... | 80 |
| Gambar 4.20 Desain Perancangan PAH Tampak 3D..... | 96 |
| Gambar 4.21 Desain Perancangan PAH 3D Tampak Atas..... | 97 |
| Gambar 4.22 Desain PAH tampak belakang dengan <i>software Enscape</i> | 97 |
| Gambar 4.23 Desain PAH tampak depan dengan <i>software Enscape</i> | 97 |
| Gambar 4.24 Desain PAH 3D tampak atas (depan) diolah dengan <i>software Enscape</i> | 98 |
| Gambar 4.25 Desain PAH 3D tampak atas (kiri) diolah dengan <i>software Enscape</i> | 98 |
| Gambar 4.26 Detail Penampang Tiang Tower..... | 99 |
| Gambar 4.27 Detail Tinggi Tiang Tower..... | 99 |
| Gambar 4.28 Detail Lebar Tiang Tower..... | 100 |
| Gambar 4.29 Detail Panjang Tiang Tower..... | 100 |
| Gambar 4.30 Detail Panjang Plat Penampang Tandon..... | 100 |
| Gambar 4.31 Detail Lebar Plat Penampang Tandon..... | 101 |
| Gambar 4.33 Detail Lebar Rangka <i>Railing</i> | 102 |
| Gambar 4.34 Detail Panjang Rangka <i>Railing</i> | 102 |
| Gambar 4.35 Detail Tinggi Tiang Atap Tower..... | 102 |
| Gambar 4.36 Detail Tinggi Kuda-Kuda Atap Tower..... | 103 |
| Gambar 4.37 Detail Panjang Kuda-Kuda Atap Tower..... | 103 |
| Gambar 4.39 Detail Ketinggian Tandon..... | 104 |
| Gambar 4.40 Detail Diameter Tandon..... | 104 |