

**KONSEP DAN DESAIN TEKNOLOGI *RAIN WATER HARVESTING*
SYSTEM SERTA *STORMWATER INFILTRATION TANK* KAMPUS E
UNTIRTA SINDANGSARI YANG BERKELANJUTAN
(Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)**

SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
(S.T.)



Disusun oleh :
CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
3336190042

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
BANTEN
2023

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut :

Judul : Konsep Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* dan
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan (Studi kasus : Gedung Fakultas Hukum)
Nama : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NPM : 3336190042
Fakultas / Jurusan : Fakultas Teknik / Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut di atas adalah benar benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 05 Juli 2023



Catherina Trilera Hapsary B.

NIM.3336190042

SKRIPSI
KONSEP DESAIN TEKNOLOGI RAIN WATER HARVESTING
SYSTEM DAN STORMWATER INFILTRATION TANK KAMPUS E
UNTIRTA SINDANGSARI YANG BERKELANJUTAN
(Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

Dipersiapkan dan disusun oleh :

CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA / 3336190042

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal : 05 Juli 2023

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing I


Restu Wigati, S.T., M.Eng
NIP. 198209252010122002

Dosen Pembimbing II


Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T
NIP. 198909142019031008

Dosen Penguji I


Dr. Subekti, S.T., M.T
NIP. 1197506122008011020

Dosen Penguji II


Dr. Eng. Bambang Adhi P., S.T., M.T
NIP. 197704042009121001

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil


Dr. Subekti, S.T., M.T
NIP. 1197506122008011020



Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta *Stormwater Infiltration Tank* Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan

(Studi kasus : Gedung Fakultas Hukum)

Catherina Trilera Hapsary Bilakonga

INTISARI

Krisis iklim menjadi salah satu permasalahan yang menjadi perhatian di seluruh dunia karena berdampak luas pada kehidupan penduduk di muka bumi, salah satunya adalah berkurangnya kuantitas air. Lingkungan kampus yang merupakan salah satu bagian dari sektor pendidikan ditaksir dapat berpotensi mengurangi dampak krisis iklim dengan mengimplementasikan konsep *sustainable development* yang merupakan salah satu tujuan dari konsep *smart and green campus* yang diterapkan oleh Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Sebagai bentuk penanganan dari masalah tersebut dan penerapan konsep *green campus*, maka dilakukan penerapan pengolahan air hujan dengan mengetahui besarnya volume ketersediaan air yang dapat ditampung, mendapatkan desain tampungan pemanenan air hujan dan sumur resapan, dan mengetahui besarnya persentase penghematan pemakaian air tanah pada Gedung Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Pada pengelolaan air hujan ini dilakukan menggunakan sistem *Rainwater Harvesting* (Pemanenan air hujan) *ground reservoir* untuk menampung air hujan dan ketika volume air berlebih akan dilimpaskan menuju *Infiltration tank*. Perhitungan RWHS dilakukan dengan menghitung kebutuhan air gedung, menghitung besar penghematan, perancangan pipa *plumbing* menggunakan aplikasi EPANET 2.0., dan analisis infiltrasi menggunakan teori *Green-Ampt*. Air dialirkan dari atap menuju tanki dengan pipa berbahan Galvanis 150 mm serta pipa dari tanki menuju gedung Fakultas Hukum berbahan PVC berdiameter 19,05 mm. Hasil penelitian ini menunjukkan volume suplai air hujan dapat dipanen sebesar 922,65 m³/tahun., dan total kebutuhan air gedung fakultas hukum sebesar 6699,21 m³/tahun dengan kapasitas bak penampung *rain water harvesting* sebesar 322,990 m³, didapatkan penghematan sebesar 12% sedangkan infiltrasi maksimal yang terjadi adalah menggunakan material utama *Sigma tank* (tanki modular) berbahan dasar *Polypropylene*.

Kata kunci : *Smart and green campus, rain water harvesting, dan infiltration tank*

***Concept and Design of Sustainable Rain Water Harvesting
Technology and Stormwater Infiltration Tank at E Campus Untirta
Sindangsari***

(Case Study : Faculty o f Law Building)

Catherina Trilera Hapsary Bilakonga

ABSTRACT

Climate crisis is one of the issues that was concern throughout the world because it has a broad impact on the lives of people on earth, one of the impacts is the reduced quantity of water. campus that is part of the education sector, is estimated to have the potential to reduce the impact of the climate crisis by implementing the concept of sustainable development, which is one of the goals of the smart and green campus concept implemented by Sultan Ageng Tirtayasa University. As a form of handling this problem and implementing the green campus concept, it is necessary to implement rainwater management by knowing the volume of available water that can be accommodated, obtaining the design of rainwater harvesting tanks and infiltration wells, and knowing the proportion of savings in groundwater use in the Faculty Building. Sultan Ageng Tirtayasa Law University, Sindangsari campus.

Rainwater management is carried out using a ground reservoir Rainwater Harvesting system to collect rainwater and when excess water volume will be dumped into the Infiltration tank. RWHS calculation is done by calculating the building's water needs, calculating the amount of savings, designing plumbing pipes using the EPANET 2.0 application, and infiltration analysis using the Green-Ampt theory. Water is channeled from the roof to the tank with a 150 mm Galvanized pipe and a pipe from the tank to the Law Faculty building made of PVC with a diameter of 19.05 mm. The results of this study show that the volume of rainwater supply that can be harvested is 922.65 m³/year, and the total water demand for the law faculty building is 6699.21 m³/year with a rainwater harvesting tank capacity of 322.990 m³, a savings of 12% is obtained while maximum infiltration that occurs is using the main material for Sigma tanks (modular tanks) made from Polypropylene.

Keyword : Smart and green campus, rain water harvesting, and infiltration tank

PRAKATA

Puji serta rasa syukur tidak henti penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya. Skripsi atau penelitian dengan judul “Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta *Stormwater Infiltration Tank* Kampus E Untirta Sindangsari yang berkelanjutan (Studi kasus : Gedung Fakultas Hukum)” telah diselesaikan. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh derajat kesarjanaan Strata-1 pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sejak masa perkuliahan hingga selesainya penelitian. Oleh karena itu, banyak ucapan terimakasih saya ucapkan kepada :

1. Ibunda dan ayahanda serta keluarga di rumah yang selalu memberikan do'a dan motivasi.
2. Ibu Restu Wigati, S.T., M.Eng. dan Bapak Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dan II yang selalu membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. Subekti, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Eng. Bambang Adhi Priyambodho, ST., M.T. selaku dosen penguji I dan II yang telah memberikan ilmu danawasannya.
4. Bapak Dr. Subekti, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Ibu Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Ibu Dr. Rindu Twidy Bethari, S.T.,M.T. selaku Dosen selama perkuliahan.
7. Seluruh staff pengajar Jurusan Teknik Sipil FT Untirta yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang tak ternilai selama perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil FT Untirta.
8. Rekan-rekan angkatan 2019 yang telah memberikan dorongan dan motivasi dalam proses penyusunan.

9. Rekan rekan bidang PSDA, rekan seperjuangan dalam berlutik mencari solusi setiap masalah skripsi yang berkaitan dengan bidang PSDA.
10. Serta semua pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini kelak dapat bermanfaat bagi rekan rekan mahasiswa pada umumnya dan penyusunan skripsi selanjutnya pada khususnya.

Cilegon, Juli 2023

Catherina Trilera Hapsary Bilakonga

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAANii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Peneitian.....	3
1.6 Keaslian Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
BAB 3 LANDASAN TEORI	
3.1 Konsep Smart & Green Campus	14
3.2 Analisis Kebutuhan Air.....	15
3.3 Curah Hujan Andalan.....	16
3.4 Curah Hujan Desain	16
3.5 Persamaan Kontinuitas.....	22
3.6 <i>Rain Water Harvesting System</i>	22
3.7 <i>Stormwater Infiltration Tank</i>	23
3.8 Hidrolika Saluran Tertutup	26
3.9 Perencanaan Dimensi Talang dan Perpipaan	27
BAB 4 METODE PENELITIAN	
4.1 Bagan Alir Penelitian	29

4.2 Lokasi Penelitian	30
4.3 Teknik Pengumpulan Data	30
4.4 Analisis Data	32
4.4.1 Perhitungan Curah Hujan dan Analisa Ketersediaan Air.....	33
4.4.2 Analisa Desain Penampungan Air dan Saluran	33
4.4.3 Analisa Perhitungan Routing dengan Reservoir Routing dan Neraca Air	33
4.4.4 Analisa Sumur Resapan	34
4.4.5 Hipotesis	34
4.4.6 Jadwal Penelitian.....	34

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kebutuhan Air Bersih Gedung (<i>Demand</i>).....	36
5.2 Analisis Data Curah Hujan.....	38
5.3 Analisis Evapotranspirasi.....	48
5.4 Analisis Debit Andalan	50
5.5 Ketersediaan Air dan Kapasitas <i>Rain Water Harvesting System</i>	55
5.6 Potensi Penghematan	58
5.7 Dimensi <i>Rain Water Harvesting System Tank</i>	60
5.8 Analisa Debit Banjir Rencana.....	62
5.9 Analisis Dimensi Pipa Saluran Inflow dan outflow Sigma Tank	68
5.10 Infiltrasi Green-Ampt.....	74

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	80
6.2 Saran.....	81

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka	10
Tabel 3.1 Komponen Kriteria UI <i>GreenMetric</i>	14
Tabel 3.2 Kebutuhan Air Bersih Rumah Tangga per orang per hari menurut kategori kota.....	15
Tabel 3.3 Metode Distribusi Normal – Faktor Frekuensi Gauss	18
Tabel 3.4 Nilai Reduksi Variat (Y_T) Metode Gumbel	19
Tabel 3.5 Nilai Rata-Rata Reduksi Mean (Y_n) Metode Gumbel.....	20
Tabel 3.6 Nilai Rata-Rata Standar Deviasi (S_n) Metode Gumbel	20
Tabel 3.7 Karakteristik Distribusi Log Pearson III (K_T).....	21
Tabel 3.8 Beban maksimum yang diizinkan untuk talang atap (dalam m^2 Luas Atap)	28
Tabel 4.1 Lokasi Stasiun / Pos Hujan	31
Tabel 4.2 Jadwal Penelitian.....	35
Tabel 5.1 Kebutuhan Air Harian dan Bulanan.....	37
Tabel 5.2 Data Curah Hujan Bulanan	38
Tabel 5.3 Perhitungan Distribusi Normal dan Gumbel.....	39
Tabel 5.4 Perhitungan Distribusi Log Normal dan Log <i>Pearson</i> III	40
Tabel 5.5 Persyaratan Parameter Statistik Distribusi.....	41
Tabel 5.6 Pengurutan Data Hujan dari Besar ke Kecil	42
Tabel 5.7 Nilai p , w , z , k , K_T dan X_T Distribusi Log Person III	44
Tabel 5.8 Perhitungan X^2 untuk Log Person III.....	45
Tabel 5.9 Hujan Andalan 90% Januari sampai Desember.....	45
Tabel 5.10 Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof	47
Tabel 5.11 Data rata-rata suhu di kota Serang dalam 10 tahun	48
Tabel 5.12 Panjang hari lokasi kota Serang.....	49
Tabel 5.13 Perhitungan Evapotranspirasi	50
Tabel 5.14 Curah Hujan Tahunan	51
Tabel 5.14 Debit Andalan menggunakan NRECA	55
Tabel 5.15 Perhitungan Ketersediaan Air (<i>Supply</i>).....	55

Tabel 5.16 Perhitungan Kapasitas Bak Penampung 100% kebutuhan	56
Tabel 5.17 Perhitungan Kapasitas Bak Penampung 12% kebutuhan	57
Tabel 5.18 Potensi Penghematan RWHS 12% Kebutuhan Air	59
Tabel 5.19 Rekapitulasi Penghematan RWHS 12% Kebutuhan Air Setiap Bulan	59
Tabel 5.20 Ukuran Tanki Modular Sigma Tank	60
Tabel 5.21 Data Curah Hujan Harian 10 Tahun	62
Tabel 5.22 Perhitungan Distribusi Log Normal dan Log <i>Pearson</i> III	63
Tabel 5.23 Pengurutan Data Hujan dari Besar ke Kecil	64
Tabel 5.24 Nilai p, w, z, k, KT dan XT Distribusi Log Person III	66
Tabel 5.25 Perhitungan X^2 untuk Log Person III.....	67
Tabel 5.26 Curah Hujan Analisis Debit Banjir	67
Tabel 5.27 Ukuran pipa.....	68
Tabel 5.28 Koefisien Kekasaran	69
Tabel 5.29 Hasil Perhitungan Kurva ABM.....	75
Tabel 5.30 Parameter Tanah Lempung	76
Tabel 5.31 Hasil Analisis Infiltrasi Green-Ampt.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Stormwater Infiltration Tank</i>	26
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 4.2 Peta Kampus Sindangsari.....	30
Gambar 4.3 Sisi Belakang Atap dan Sisi Samping Bangunan Gedung Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Sindangsari.....	32
Gambar 5.1 Grafik Perbandingan Supply Air Hujan & 100% Kebutuhan Air.....	57
Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Supply Air Hujan & 12% Kebutuhan Air.....	58
Gambar 5.3 Penggambaran Sigma Tank.....	61
Gambar 5.4 Perletakan Sigma Tank pada Gedung Fakultas Hukum Untirta	62
Gambar 5.5 Permodelan Jaringan Pipa	70
Gambar 5.6 Input Total Head pada Catchment Area.....	70
Gambar 5.7 Input <i>Total Head</i> pada <i>Tank</i>	71
Gambar 5.8 Input Material Pipe.....	71
Gambar 5.9 Input Elevation dan Base Demand Junction N3.....	72
Gambar 5.10 Input Curve pada Pompa	72
Gambar 5.11 Run Analysis	73
Gambar 5.12 Kecepatan Pipa.....	73
Gambar 5.13 Tekanan pada Junction.....	73
Gambar 5.14 Kurva ABM.....	76

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran Data Administrasi
2. Lampiran Data Curah Hujan Stasiun BMKG Maritim Serang
3. Lampiran Tabel Referensi
4. Lampiran Rain Water Harvesting System
5. Lampiran Denah Lantai Gedung Fakultas Hukum
6. Lampiran Distribusi Air Gedung Fakultas Hukum
7. Lampiran Gambar Hasil Analisis

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis iklim saat ini menjadi salah satu permasalahan yang menjadi perhatian di seluruh dunia karena berdampak luas pada kehidupan penduduk di muka bumi (Ainurrohmah & Sudarti, 2022). Dampak yang ditimbulkan menjadi suatu hal mendesak yang harus segera ditanggulangi dengan dukungan dari beberapa sektor, salah satunya sektor pendidikan. Lingkungan kampus yang merupakan salah satu bagian dari sektor pendidikan ditaksir dapat berpotensi mengurangi dampak krisis iklim dengan mengimplementasikan konsep *sustainable development*.

Smart and green campus adalah salah satu konsep yang memiliki tujuan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Penggunaan air merupakan salah satu indikator UI *GreenMetric* yang merupakan salah satu implementasi dari *smart and green campus*. Tujuannya adalah untuk mendorong kampus untuk mengurangi penggunaan air, meningkatkan program konservasi, dan melindungi habitat. Kriteria pada indikator ini di antaranya meliputi program konservasi air, program daur ulang air, penggunaan peralatan hemat air, dan penggunaan air olahan (<https://green.untirta.ac.id/air/>, 2021)

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Seiring pesatnya pembangunan gedung-gedung di perkotaan, kebutuhan air bersih akan selalu meningkat, sementara air bersih semakin langka. Sehingga dibutuhkan manajemen air yang baik agar dapat dimanfaatkan dengan efektif untuk kebersihan sanitasi kota, maupun untuk keperluan pertanian dan lain sebagainya.

Pembuatan pemanenan air dan pembuatan *Stormwater Infiltration Tank* pada Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Sindangsari merupakan salah satu upaya untuk menanggulangi dampak dari terjadinya krisis iklim serta mewujudkan konsep *smart and green campus* dengan menggunakan bahan *Polypropylene* (PP) yang mendukung konsep *sustainable development* (Sabri, 2021).

Pembuatan pemanenan air hujan dapat memaksimalkan pemanfaatan curah hujan yang turun yang menjadi solusi penghematan penggunaan air tanah untuk keperluan toilet dan penyiraman taman. Sedangkan, pembuatan sumur resapan sebagai media untuk meresapkan limpasan air yang berasal dari reservoir pemanenan air hujan, hal ini bertujuan untuk melindungi dan memperbaiki (konservasi) air tanah.

Berkaitan dengan adanya UI *GreenMetric* Rank yang mana UI *GreenMetric* merupakan inovasi UI yang telah dikenal luas di dunia internasional sebagai pemeringkatan perguruan tinggi pertama di dunia berbasis komitmen tinggi dalam pengelolaan lingkungan hidup kampus yang berkelanjutan. Pada ranking UI *GreenMetric*, posisi Untirta berada pada urutan ke-19. Penelitian atau kajian ini salah satu tujuannya adalah untuk mendorong ranking Universitas Sultan Ageng Tirtayasa menuju 10 besar, salah satunya dengan adanya inovasi berkelanjutan di bidang air (pengelolaan sumber daya air, konservasi air, pemanfaatan air buangan, dan tata kelola penggunaan air) (<https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/ranking-by-country-2021/Indonesia>, 2022).

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapat beberapa rumusan masalah yang lebih spesifik yaitu sebagai berikut :

- a. Bagaimana perencanaanaan konsep dan desain pemanenan air hujan (*Rain Water Harvesting System*) dan *Stormwater Infiltration Tank* sebagai alternatif penggunaan air pada Gedung Fakultas Hukum Kampus E Untirta Sindangsari?
- b. Berapa volume pemanfaatan air hujan yang dapat dipanen oleh *Rain Water Harvesting System* pada Gedung Fakultas Hukum Kampus E Untirta Sindangsari?
- c. Berapa besar presentase pengurangan debit dari sistem pemanenan air hujan dan *Stormwater Infiltration Tank* yang dianalisis?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Merencanakan konsep dan desain pemanenan air hujan (*Rain Water Harvesting System*) dan *Stormwater Infiltration Tank* sebagai alternatif penggunaan air pada Gedung Fakultas Hukum Kampus E Untirta Sindangsari.

- b. Mengetahui volume pemanfaatan air hujan yang dapat dipanen oleh *Rain Water Harvesting System* pada Gedung Fakultas Hukum Kampus E Untirta Sindangsari.
- c. Mengetahui besar presentase pengurangan debit dari sistem pemanenan air hujan dan *Stormwater Infiltration Tank* yang dianalisis.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas dan dapat dibahas secara terstruktur, maka pembahasan topik penelitian diberi batasan masalah sebagai berikut:

- a. Perencanaan *Rain Water harvesting System* dan *Storm Water Infiltration Tank* hanya akan direncanakan pada wilayah Fakultas Hukum Kampus E Untirta Sindangsari.
- b. Tidak mengaitkan limbah dan menguraikan kualitas air.
- c. Air hujan akan dimanfaatkan sebagai nonpotable water (toilet dan pertamanan).
- d. Tidak membahas metode pelaksanaan pemasangan sigma tank beserta instalasi secara detail.
- e. Data curah hujan yang dipakai merupakan data curah hujan 10 tahun terakhir (2013-2022) dari stasiun hujan wilayah terdekat dari lokasi studi kasus yaitu stasiun BMKG Maritim Serang.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu

- a. Pengembangan ilmu dan dapat dijadikan referensi penelitian selanjutnya.
- b. Dapat digunakan sebagai praktisi program yang ada pada Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian perencanaan ini pernah dilakukan oleh penelitian sebelumnya yaitu mengenai *Rain Water Harvesting System* oleh saudara Shafira Laila pada lokasi yang sama yaitu Gedung Fakultas Hukum Kampus E Untirta Sindangsari, yang membedakan dengan penelitian ini terletak pada desain. Desain yang dilakukan menggunakan konsep hybrid antara pemanenan air hujan (*Rain Water Harvesting System*) dengan sumur resapan (*stormwater infiltration tank*) dimana penelitian ini pernah dilakukan oleh Puja Salsabila yang dilakukan pada Gedung Asrama Putri

kampus Sindangsari Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, yang membedakan adalah tinjauan studi kasus dimana penelitian ini dilakukan pada Gedung Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Limpasan air hujan yang masuk ke dalam pemanen air air hujan selanjutnya akan dialokasikan ke sumur resapan di mana desain tampungan ini menggunakan tangki resapan modern *Stormwater Infiltration Tank*. Maka dari itu data hasil survei beserta data hasil pembahasan merupakan hasil analisis penulis.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini penulis mengaitkan dengan berbagai macam karya ilmiah mengenai *Rain Water Harvesting System* dan *Stormwater Infiltration Tank* yang telah banyak diteliti sebelumnya, penelitian yang membahas kemiripan teori, subjek, serta objek penelitian dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini. Ada yang meneliti tentang RWHS bahannya menggunakan sigma tank, RWHS dengan sumur resapan, atau bahkan ada yang mengenai RWHS atau sumur resapannya saja, sedangkan pada lokasi tinjauannya sama, yang akan dibedakan pada metode dan penggunaan bahannya. Untuk jelasnya berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu yang memiliki pembahasan sama dengan penelitian ini.

Pertama, Fahrus Sabri (2021) penelitian tentang perencanaan rain harvesting system sebagai implementasi konsep *smart & green campus*. Pada lokasi tinjauannya yaitu Gedung Asrama Putri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, kemudian menggunakan data perhitungan kawasan dengan metode aritmatika serta menggunakan data curah hujan andalan 90% dengan metode F.J. Mock, kemudian mengenai intensitas hujan digunakan teori mononobe. Hasil penelitian ini menunjukkan volume suplai air hujan dapat dipanen sebesar 3124,447 m³ /tahun, dan total kebutuhan air gedung asrama sebesar 7051,8 m³ /tahun. RWHS pada Gedung Asrama Putri ini terdiri dari ground reservoir berkapasitas 324 m³, talang ½ lingkaran berdiameter 250 mm pada atap gedung, dan pipa tegak PVC 100 mm serta pipa datar PVC berdiameter 150 mm. Berdasarkan perencanaan ini, penggunaan air dapat dihemat rata-rata sebesar 41,12% per bulan. Perhitungan RAB sistem ini didapatkan nilai sebesar Rp. 288.471.000,-. (Sabri, Wigati, & Kusuma, 2021).

Kedua, Shafira Laila Fitriansyah (2021) penelitian tentang pengolahan air hujan dengan perencanaan *rain harvesting system* sebagai implementasi konsep *smart & green campus* untuk penyiraman taman dan flushing toilet.

Pada lokasi tinjauannya yaitu Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yaitu pengujian PH dan TD sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Perhitungan data curah hujan dengan rentang waktu selama 10 tahun (2010-2019) dibandingkan menggunakan perhitungan rerata/aritmatika yang berasal dari 4 stasiun hujan terdekat dengan wilayah studi. Dari hasil penelitian didapatkan penghematan pada Fakultas Hukum sebesar 13% dengan menggunakan perbandingan dua metode yaitu Permen PU dan penelitian Cendya Quaresvita, dengan kapasitas bak penampung sebesar 217 m³ yang dibangun diatas tanah menggunakan bahan *Fiberglass Reinforce Plastic (FRP)* (Fitriansyah, Wigati, & Kuncoro, 2021).

Ketiga, Rika Sylviana dan Dede Hendriyana (2018) penelitian mengenai Perencanaan Teknis Pemanenan Air Hujan Terintegrasi dengan Sumur Resapan dengan studi kasus kantor pemerintahan dan sekolah di Bekasi. Mereka melakukan perencanaan teknis atau desain bangunan Pemanenan Air Hujan Terintegrasi dengan Sumur Resapan meliputi bangunan penampungan/pemanen air hujan (*harvest rain*). Berdasarkan hasil penelitian kewajiban penyediaan sumur resapan di tiap bangunan kantor kecamatan/kelurahan berjumlah 20 unit sumur resapan dengan kapasitas 1 m³ jika luasan atap 500 m². Sedangkan kewajiban penyediaan sumur resapan berjumlah 60 unit sumur resapan dengan kapasitas 1 m³ luasan atap bangunan sarana pendidikan rata-rata 1500 m². Pada lokasi sarana perkantoran dan pendidikan diperkirakan berbiaya Rp 74,46 juta untuk sarana-sarana pemanfaatan air hujan terintegrasi dengan sumur resapan khususnya bak pengumpul air hujan dan sumur resapan yang dilengkapi dengan pompa air untuk memberikan tekanan ke atas dan filter air untuk menyaring air hujan sebelum dimanfaatkan untuk kebutuhan air domestik (Sylviana & Hendriyana, 2018).

Keempat, Auliya Akraoe Littaqwa, Gagassage Nanaluh De Side, dan Uzlifatul Azmiyati (2021) penelitian mengenai *Rain Water Harvesting* yaitu menganalisis efisiensi dan penghematan dari penerapan sistem pemanenan air hujan di UNU NTB. Analisis yang digunakan adalah analisis kualitas air hujan, data curah hujan, intensitas hujan, dan daerah tangkapan. Hasil dari pengamatan, 8 blok gedung di Kampus UNU NTB menghasilkan jumlah tangkapan air hujan sebesar 6.265,41 m³,

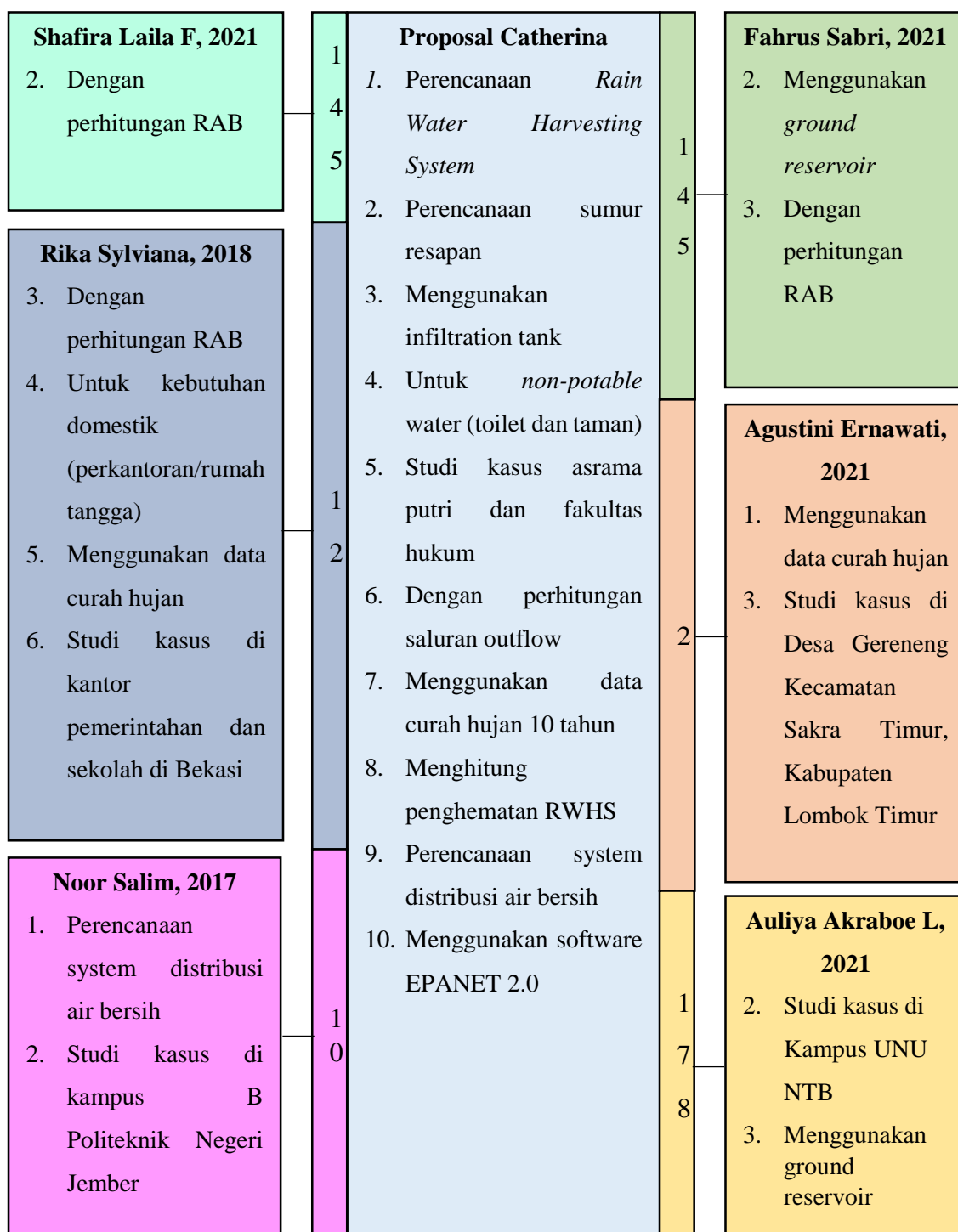
dan jumlah air yang digunakan hasil dari wawancara yaitu 4.051,55 m³. Dengan sistem penampungan air hujan berada di bawah permukaan melihat rencana kampus dalam peningkatan gedung serta jumlah mahasiswa kedepannya. Air yang digunakan untuk kegiatan kampus sudah tercover bila adanya penampungan air hujan. Proyeksi tahun 2030, kenaikan mahasiswa hingga 73% berbanding lurus juga dengan kebutuhan air yang meningkat. Penampungan air hujan menjadi solusi dalam efisiensi penggunaan air serta penghematan biaya air yang dikeluarkan (Littaqwa, Side, & Azmiyati, 2021).

Kelima, Agustini Ernawati (2021) penelitian mengenai penerapan sumur resapan air hujan sebagai upaya antisipasi kekurangan air bersih. Terdapat dua jenis data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yaitu dari penelitian tersebut didapat secara langsung melalui observasi serta pengamatan langsung terhadap obyek yang akan diteliti. Sedangkan data sekunder yaitu diperoleh secara tidak langsung. Dari penelitian yang sudah dilakukan didapat kesimpulan bahwa sumur resapan yang diterapkan pada Desa Gereneng Kecamatan Sakra Timur, Kabupaten Lombok Timur adalah sumur resapan kolektif atau sumur resapan dalam, kemudian dimensi sumur resapan yang dipakai berbeda-beda tergantung luas wilayah permukiman yang dibagi berdasarkan letak topografi. Pertama, luas 1 = 0.0195 m², sumur resapan berdiameter 1 m, dengan kedalaman 9 m. kedua, luas 2 = 0.0153 m², sumur resapan berdiameter 1 m, dengan kedalaman 7 m. Ketiga, luas 3 = 0.0102 m², sumur resapan berdiameter 1 m, dengan kedalaman 5 m. keempat, luas 4 = 0.0114 m², sumur resapan berdiameter 1 m, dengan kedalaman 7 m (Ernawati, 2021).

Keenam, Noor Salim (2017) penelitian tentang Kajian Sistem Distribusi Air Bersih Untuk Bangunan Bertingkat Dengan Metode Epanet, dengan lokasi studi kasus yaitu pada Kampus B Politeknik Negeri Jember. Dari perhitungan kebutuhan air bersih tiap titik simpul diketahui 0,087 liter/detik. Kebutuhan air bersih 0,087 liter / detik dimasukkan kedalam program epanet versi 2.0 untuk mengetahui simulasi hidrolika dan perilaku kualitas air didalam sistem jaringan perpipaan bertekanan dalam rentang waktu tertentu. Dari hasil simulasi dengan program epanet versi 2.0 diperoleh hasil kecepatan aliran (*Velocity*) paling rendah 0,28 m/s dan paling besar

0,83 m/s. Sedangkan untuk tekanan diperoleh 8,39 mH₂O paling rendah dan 21,56 mH₂O paling tinggi. Dari perolehan kecepatan di atas memenuhi syarat karena di dalam ketentuan epanet kecepatan harus diatas 0,1 m/s dan tekanan tidak boleh .lebih dari 10 m H₂O. Perubahan diameter pipa, elevasi atau penambahan katup merupakan solusi jika pada simulasi epanet terjadi negatif *pressure* (Salim, 2017)

Secara keseluruhan, korelasi antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang menjadi rujukan dipetakan dalam bentuk diagram irisan sebagai berikut.



Setelah korelasi secara visual dari Gambar 2.1, Maka dapat diringkas seacara detail mengenai jurnal-jurnal yang digunakan, dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

No.	Penulis & Tahun	Judul	Tujuan Penelitian	Variabel Penelitian	Metode Analisis	Hasil
1.	Fahrus Sabri, (2021)	Perencanaan Rainwater Harvesting System sebagai Implementasi Konsep Smart & Green Campus (Studi Kasus: Gedung Asrama Putri, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kampus Sindangsari	Mengetahui volume air hujan yang dapat dipanen, Merencanakan RWHS, mengetahui presentase penghematan RWHS, dan mengetahui RAB dalam pembuatan RWHS.	Kebutuhan air gedung dan taman, ketersediaan air, desain rain water harvesting	Data curah hujan andalan 90% dari 5 stasiun terdekat menggunakan metode F.J. Mock. Kapasitas PAH berdasarkan Permen PU Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM Bukan Jaringan Perpipaan No. 01/PRT/M2009.	Volume suplai air hujan dapat dipanen sebesar 3124,447 m ³ /tahun dan total kebutuhan air gedung asrama sebesar 7051,8 m ³ /tahun, RWHS pada gedung Asrama Putri ini terdiri dari ground reservoir berkapasitas 324 m ³ , talang ½ lingkaran berdiameter 250 mm pada atap gedung, dan pipa tegak PVC 100 mm serta pipa datar PVC berdiameter 150 mm. berdasarkan perencanaan ini, penggunaan air dapat dihemat rata-rata sebesar 41,12% per bulan. Perhitungan RAB sistem ini didapatkan nilai sebesar Rp. 288.471.00.-.
2.	Shafira Laila Fitriansyah (2021)	Perencanaan Rainwater Harvesting System sebagai Implementasi Konsep Smart & Green Campus (Studi Kasus: Gedung Fakultas Hukum, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kampus Sindangsari	Mengetahui volume air hujan yang dapat dipanen, mendesain sistem Penampungan Air Hujan (PAH) yang meliputi Catchment Area, Conveyance System, dan Storage Device, dan Mengetahui jumlah potensi penghematan pemakaian air tanah.	Kebutuhan air gedung dan, ketersediaan air, ketersediaan air, desain rain water harvesting	Menggunakan pengujian PH dan TDS sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, perhitungan data curah hujan dengan rentang waktu selama 10 tahun (2010-2019) dibandingkan menggunakan perhitungan rerata/aritmatika yang berasal dari 4 stasiun hujan terdekat dengan wilayah studi.	Dari hasil penelitian didapatkan penghematan pada Fakultas Hukum sebesar 13% dengan menggunakan perbandingan dua metode yaitu Permen PU dan penelitian Cendya Quaresvita, dengan kapasitas bak penampung sebesar 217 m ³ yang dibangun diatas tanah menggunakan bahan Fiberglass Reinforce Plastic (FRP).

3.	Rika Sylviana, (2018)	Perencanaan Teknis Pemanenan Air Hujan Terintegrasi dengan Sumur Resapan	Menganalisa kebutuhan fisik pemanenan air hujan yang terintegrasikan dengan sumur resapan air hujan dan mengidentifikasi perlengkapan sarana pendukung dalam mengoptimalkan pemanfaatan air hujan untuk kebutuhan domestik.	Kebutuhan air bersih, ketersediaan air, teknis pemanenan air dan sumur resapan.	Perencanaan teknis atau desain bangunan Pemanenan Air Hujan Terintegrasi dengan Sumur Resapan meliputi bangunan penampungan/pemanenan air hujan (harvest rain).	Penyediaan sumur resapan di tiap bangunan kantor kecamatan/kelurahan berjumlah 20 unit sumur resapan dengan kapasitas 1 m ³ jika luasan atap 500 m ² . Sedangkan kewajiban penyediaan sumur resapan berjumlah 60 unit sumur resapan dengan kapasitas 1 m ³ luasan atap bangunan sarana pendidikan rata-rata 1500 m ² . Pada lokasi sarana perkantoran dan pendidikan diperkirakan berbiaya Rp 74,46 juta untuk sarana-sarana pemanfaatan air hujan terintegrasi dengan sumur resapan khususnya bak pengumpul air hujan dan sumur resapan yang dilengkapi dengan pompa air untuk memberikan tekanan ke atas dan filter air untuk menyaring air hujan sebelum dimanfaatkan untuk kebutuhan air domestik.
4.	Aulia Akraboe Littaqwa, (2021)	Rain Water Harvesting Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih.	Merencanakan sistem pemanenan air hujan alternatif kebutuhan air bersih, menganalisis efisiensi dan penghematan dari penerapan sistem pemanenan air hujan di UNU NTB.	Kebutuhan air bersih, ketersediaan air, teknis pemanenan air	Analisis yang digunakan adalah analisis kualitas air hujan, data curah hujan, intensitas hujan, dan daerah tangkapan.	Hasil dari pengamatan, 8 blok gedung di Kampus UNU NTB menghasilkan jumlah tangkapan air hujan sebesar 6.265,41 m ³ , dan jumlah air yang digunakan hasil dari wawancara yaitu 4.051,55 m ³ . Proyeksi tahun 2030, kenaikan mahasiswa hingga 73% berbanding lurus juga dengan kebutuhan air yang meningkat. Penampungan air hujan menjadi solusi dalam efisiensi penggunaan air serta penghematan biaya air yang dikeluarkan.

5.	Agustini Ernawati, (2021)	Penerapan Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Upaya Antisipasi Kekurangan Air Bersih di Desa Gereneng Kecamatan Sakra Timur Kabupaten Lombok Timur.	Perencanaan sumur resapan			sumur resapan yang diterapkan pada Desa Gereneng Kecamatan Sakra Timur, Kabupaten Lombok Timur adalah sumur resapan kolektif atau sumur resapan dalam, kemudian dimensi sumur resapan yang dipakai berbeda-beda tergantung luas wilayah permukiman yang dibagi berdasarkan letak topografi. Pertama, luas 1 = 0.0195 m ² , sumur resapan berdiameter 1 m, dengan kedalaman 9 m. kedua, luas 2 = 0.0153 m ² , sumur resapan berdiameter 1 m, dengan kedalaman 7 m. Ketiga, luas 3 = 0.0102 m ² , sumur resapan berdiameter 1 m, dengan kedalaman 5 m. keempat, luas 4 = 0.0114 m ² , sumur resapan berdiameter 1 m, dengan kedalaman 7 m.
6.	Noor Salim, 2017	Kajian Sistem Distribusi Air Bersih Untuk Bangunan Bertingkat Dengan Metode Epanet (Studi kasus : Kampus B Politeknik Negeri Jember)	Menganalisis jumlah populasi yang akan dilayani untuk kebutuhan air bersih, menghitung debit sumber air yang tersedia, dan menganalisa pendistribusian air bersih	Kebutuhan air gedung, volume sumber air, distribusi air bersih.	Perhitungan pertumbuhan mahasiswa dan karyawan untuk 10 tahun mendatang menggunakan metode geometrik dan metode eksponensial 10 tahun mendatang di mulai dari tahun 2013 sampai 2023. Simulasi jaringan distribusi air bersih menggunakan sistem jaringan distribusi bercabang dengan software EPANET 2.0.	Jumlah Mahasiswa dan Karyawan pada tahun 2013 sebanyak 1355 orang dan jumlah Mahasiswa dan Karyawan 10 tahun mendatang (tahun 2023) adalah sebanyak 7443 orang. Kebutuhan air tahun 2013 adalah 0,3607 l/det dan kebutuhan air di tahun yang direncanakan (tahun 2023) adalah 1,9814 l/det. Jumlah populasi yang akan dilayani untuk kebutuhan air bersih yaitu sebanyak 7443 orang (tahun 2023). Debit sumber air yang tersedia adalah 0,003 m ³ /det. Dalam perhitungan distribusi kebutuhan air bersih menggunakan program Epanet versi 2.0 untuk mempermudah perhitungan. Dari hasil epanet versi 2.0 kebutuhan air bersih pada tahun yang direncanakan, yaitu tahun 2023 terpenuhi. Dari hasil epanet versi 2.0 menunjukkan bahwa kecepatan aliran

						(velocity) diatas 0,1 m/s paling besar 0,83 m/s dan paling rendah 0,28 m/s dan tekanan (pressure) tidak lebih dari 100 m H ₂ O,yaitu paling besar 8,39 mH ₂ O dan paling rendah 21,56 mH ₂ O.
7.	Catherina Trilera, 2023	Konsep dan Desain Rain Water Harvesting System dan Storm Water Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan.	Merencanakan konsep dan desain pemanenan air hujan (<i>Rain Water Harvesting System</i>) dan <i>Stormwater Infiltration Tank</i> sebagai alternatif penggunaan air; mengetahui banyak volume pemanfaatan air hujan yang dapat dipanen oleh <i>Rain Water Harvesting System</i> ; mengetahui besar presentase pengurangan debit dari sistem pemanenan air hujan dan <i>Stormwater Infiltration Tank</i> yang diterapkan.	Desain rain water harvesting system dan stormwater infiltration tank, presentase pengurangan debit, dan system plumbing pada gedung.	Analisis kebutuhan air pada gedung Fakultas Hukum, analisis frekuensi data curah hujan, analisis evapotranspirasi, analisis debit andalan, analisis ketersediaan air, potensi penghematan, perancangan desain dan dimensi sigma tank, analisis debit banjir rencana, analisis plumbing menggunakan software EPANET, perhitungan infiltrasi menggunakan teori infiltrasi Green-Ampt.	Perencanaan desain sistem RWH untuk catchment area menggunakan atap Gedung Fakultas Hukum seluas 1600,2 m ² . Conveyance system disambungkan dengan roof drain yang telah tersedia dan dialirkan menuju bak penampung dengan menggunakan pipa Galvanis berdiameter 150 mm, lalu bak air hujan sebesar 322,99 m ³ menggunakan sigma tank terbuat dari Polypropylene (PP) dengan ukuran 31,28 m x 12,87 m x 0,82 m. Lalu air dari tanki dialirkan kembali menuju saluran tiap lantai menggunakan pipa PVC diameter 76,2 mm. Penempatan bak penampung di bawah tanah tepat disisi kiri bangunan Gedung Fakultas Hukum Untirta Dengan jumlah penghuni 610 jiwa membutuhkan air bersih sebesar 6699,21 m ³ /tahun. Sedangkan dengan luas atap yang ada hanya menghasilkan suplai air hujan sebanyak 922,65 m ³ /tahun. Sehingga dilakukan analisis kembali dan didapat jumlah kebutuhan 803,91 m ³ /tahun yang dapat tertutupi oleh suplai air yang ada atau sebesar 12% dari kebutuhan. Berdasarkan perencanaan, potensi penghematan penggunaan air tanah di gedung Asrama Putri UNTIRTA Sindangsari akan berkurang sebesar 12%.

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

BAB 3

LANDASAN TEORI

3.1 Konsep *Smart & Green Campus*

Smart and green campus merupakan salah satu konsep yang mendukung pembangunan yang berkelanjutan, dimana suatu konsep yang mengutamakan praktik dari upaya-upaya perlindungan, pengelolaan, dan pelestarian lingkungan yang berkelanjutan pada institusi-institusi pendidikan (Santoso, Akmalah, & Irawati, 2017).

UI *GreenMetric World University Rankings* merupakan salah satu sistem pemeringkatan universitas dunia. Pemeringkatan yang dicetuskan oleh Universitas Indonesia (UI) ini dilakukan untuk mengetahui usaha kampus-kampus dunia dalam menerapkan prinsip-prinsip *sustainable development* yang menilai dari segi *green campus*. Hingga tahun 2021 terdapat 956 perguruan tinggi dari seluruh dunia dan 101 diantaranya merupakan perguruan tinggi asal Indonesia yang berpartisipasi dalam UI *GreenMetric*. Berdasarkan sistem pemeringkatan ini terdapat 6 kategori dengan bobot poin masing-masing yang berbeda, diantaranya sebagai berikut.

Tabel 3.1 Komponen Kriteria UI *GreenMetric*

No.	Category	Percentage of Total Points (%)
1	Penataan dan Infrastruktur (SI)	15
2	Energi dan Perubahan Iklim (EC)	21
3	Limbah (WS)	18
4	Air (WR)	10
5	Transportasi (TR)	18
6	Pendidikan dan Penelitian (ED)	18
	Total	100

(sumber:https://greenmetric.ui.ac.id/wpcontent/uploads/2015/07/UI_GreenMetric_Guideline_2019_Indonesian_1.1)

Dalam kategori air (WR) tersebut terdiri dari beberapa indikator antara lain:

- a. Implementasi program konservasi air di Kampus
- b. Implementasi program pemanfaatan air didaur ulang di Kampus
- c. Penggunaan peralatan hemat air (misalnya keran sensor otomatis, *autoflush* toilet, dan lain-lain)

- d. Rasio antara penggunaan air berbasis pipa (contohnya: PAM) dengan total pengguna air

3.2 Analisis Kebutuhan Air

Kebutuhan air bersih salah satunya dapat dihitung berdasarkan jumlah pemakaian per hari rata-rata per orang dan jumlah penghuninya. Setelah melakukan penghitungan kebutuhan air bersih “dalam Liter per hari”, nantinya akan diperoleh gambaran mengenai volume tangki penyimpanan air bersih yang perlu disediakan dalam suatu bangunan dan besaran kapasitas pompa yang diperlukan. Perhitungan juga bisa dilakukan berdasarkan luas lantai apabila jumlah penghuni tidak diketahui dengan menetapkan kepadatan hunian per luas lantai (umumnya sebesar 5-10 m²/orang). Luas lantai yang dimaksudkan adalah luas lantai efektif. Kisaran dari luas lantai efektif ini adalah antara 55-80% dari luas lantai seluruhnya (Noerbambang, Soufyan, & Takeo, 2005).

Air yang dipanen pada *Rain Water Harvesting System* ini selanjutnya akan digunakan kembali untuk kebutuhan air non domestik yaitu untuk toilet (*flushing* dan wastafel) dan penyiraman taman. Terdapat standar jumlah kebutuhan air yang diperlukan dalam masing-masing penggunaannya. Standar kebutuhan untuk penggunaan *flushing* toilet adalah 20 liter/orang/hari (BSN, 2005), kemudian standar kebutuhan penggunaan wastafel yaitu sebesar 10 liter/orang/hari (Aska, 2018) Untuk standar kebutuhan air siram untuk tanaman adalah 2 liter/m²/hari (Widarto, 1996).

Kebutuhan air bersih rumah tangga, dinyatakan dalam satuan liter/orang/hari, besar kebutuhan tergantung dari kategori kota berdasarkan jumlah penduduk, yaitu :

Tabel 3.2 Kebutuhan Air Bersih Rumah Tangga per orang per hari menurut kategori kota

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Bersih (L/O/H)
1.	Semi urban (ibu kota kecamatan/desa)	3000 - 20000	60 - 90
2.	Kota kecil	20000 - 100000	90 – 110
3.	Kota sedang	100000 - 500000	100 – 125
4.	Kota besar	500000 - 1000000	120 – 150
5.	Metropolitan	>1000000	150 – 200

(Sumber : SNI 6278.1:2015)

3.3 Curah Hujan Andalan

Curah hujan andalan/efektif merupakan curah hujan minimum daerah untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan dan dapat dipakai untuk menentukan keperluan *Rain Water Harvesting System*. Nilai hujan andalan mendekati 90% diambil karena air yang akan dipanen diperuntukan langsung untuk kebutuhan manusia, sehingga membutuhkan volume air yang lebih banyak dibandingkan untuk kebutuhan tanaman (irigasi). Dalam menentukan besarnya debit andalan dengan peluang 90 % digunakan probabilitas Metode *Weibull*, dengan rumus (Soemarto, 1987):

$$P (\%) = \left(\frac{m}{(n+1)} \right) x 100 \% \quad (3.1)$$

dimana :

P = Peluang (%)

m = Nomor urut data

n = Jumlah data.

3.4 Curah Hujan Desain

Analisis frekuensi merupakan perkiraan yang digunakan sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untukantisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi, dalam arti memperoleh probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk debit atau curah hujan rencana. Data hujan harian maksimum tahunan minimal 10 tahun terakhir dibutuhkan sebelum dilakukan uji distribusi frekuensi curah hujan. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam analisis sebaran dan banyak digunakan dalam hidrologi adalah distribusi normal, distribusi log normal, distribusi gumbel dan distribusi log pearson III.

Dalam menganalisis hujan rencana dengan metode distribusi manapun, terdapat data-data pendukung seperti berikut.

a. Standar Deviasi (S)

Standar Deviasi merupakan suatu nilai yang digunakan dalam menentukan persebaran data pada suatu sampel dan melihat seberapa dekat data-data tersebut dengan nilai *mean*. Standar deviasi atau simpangan baku merupakan ukuran penyebaran yang paling baik, karena menggambarkan besarnya

penyebaran tiap-tiap unit observasi (Fajriyah & Wardhani, 2020). Menghitung standar deviasi dari data curah hujan yang terekam di stasiun hujan setempat dengan rumus sebagai berikut ini.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (3.2)$$

Dimana :

S = Standar deviasi

X_i = Curah hujan maksimum

\bar{X} = Rata-rata curah hujan maksimum

n = Jumlah data

b. Koefisien kemencengan (Cs)

Koefisien kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan seberapa jauh pergeseran dari bentuk yang simetris untuk suatu distribusi atau biasa dikenal dengan derajat ketidak simetrisan. Pengukuran kemencengan adalah mengukur seberapa jauh kurva frekuensi tersebut menceng (Upomo & Kusumawardani, 2016). Koefisien kemencengan (Cs) dapat dicari menggunakan persamaan seperti berikut.

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)S^2} \quad (3.3)$$

Dimana :

Cs = Koefisien kemencengan

S = Standar deviasi

X_i = Curah hujan rata-rata

\bar{X} = Rata-rata curah hujan maksimum

n = Jumlah data

c. Koefisien keruncingan/kurtosis (Ck)

Koefisien keruncingan atau kurtosis adalah parameter untuk mengukur tingkat kepuncakan dari sebuah distribusi yang biasanya diambil secara relatif terhadap suatu distribusi normal. Koefisien keruncingan dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut (Fajriyah & Wardhani, 2020).

$$Ck = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} \quad (3.4)$$

Dimana :

Cs = Koefisien kemencengan

S = Standar deviasi

Xi = Curah hujan rata-rata

\bar{X} = Rata-rata curah hujan maksimum

n = Jumlah data

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam analisis sebaran dan banyak digunakan dalam hidrologi adalah distribusi normal, distribusi log normal, distribusi gumbel dan distribusi log pearson III.

a. Metode Distribusi Normal dan Log Normal

Metode distribusi normal adalah fungsi distribusi kumulatif normal yang dikenal dengan nama distribusi *Gauss* Rumus dalam distribusi ini adalah:

$$X_T = \bar{X} + K_T x S \quad (3.5)$$

dimana:

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

\bar{x} = nilai rata-rata

S = standar deviasi

K_T = faktor frekuensi

Berikut merupakan tabel variasi reduksi *Gauss* faktor frekuensi.

Tabel 3.3 Metode Distribusi Normal – Faktor Frekuensi *Gauss*

No	Periode Ulang (T) Tahun	Peluang	K_T
1	1.001	0.999	-3,05
2	1.250	0.800	-0,84
3	1.670	0.599	-0,25
4	2.500	0.400	0,25
5	2.000	0.500	0
6	5.000	0.200	0,84
7	10.000	0.100	1,28
8	20.000	0.050	1,64
9	50.000	0.020	2,05
10	100.000	0.010	2,33

(Sumber : Soewarno, 1995)

b. Metode Distribusi Gumbel

Metode distribusi gumbel banyak digunakan dalam analisis frekuensi hujan.

Rumus yang digunakan adalah:

$$X_T = \bar{X} + \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \times S \quad (3.6)$$

dimana:

X_T = besar variabel dengan kala ulang T tahun

\bar{x} = nilai rata-rata

S = standar deviasi

Y_T = reduced variate

Y_n = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel

S_n = *reduced standard deviation* yang tergantung pada jumlah sampel

Berikut merupakan tabel dari reduksi variat (Y_T), nilai rata-rata dari reduksi variat (Y_n), dan nilai rata-rata standar deviasi (S_n).

Tabel 3.4 Nilai Reduksi Variat (Y_T) Metode Gumbel

No	Periode Ulang (Tahun)	Reduced Variate (Y_T)
1	2	0,3665
2	5	1.4999
3	10	2.2502
4	20	2.9606
5	25	3.1985
6	50	3.9019
7	100	4.6001
8	200	5.296
9	500	6.214
10	1000	6.919
11	5000	8.539
12	10000	9.921

(Sumber : C.C. Soemarto, 1999)

Tabel 3.5 Nilai Rata-Rata Reduksi Mean (Yn) Metode Gumbel

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.507	0.51	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.522
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.53	0.582	0.5882	0.5343	0.5353
30	0.5363	0.5371	0.538	0.5388	0.5396	0.54	0.541	0.5418	0.5424	0.543
40	0.5463	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5468	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.553	0.5533	0.5535	0.5538	0.554	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.555	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.557	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.558	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.56									

(Sumber : C.C. Soemarto, 1999)

Tabel 3.6 Nilai Rata-Rata Standar Deviasi (Sn) Metode Gumbel

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0315	1.0961	1.1004	1.1047	1.1080
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1923	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2046	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065									

(Sumber : C.C. Soemarto, 1999)

c. Log Pearson III

Pearson telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris. Tiga parameter penting dalam Metode Log Pearson Tipe III, yaitu:

1. Harga rata-rata (R)
2. Simpangan baku (S)
3. Koefisien kemencengan (G)

Rumus yang digunakan adalah:

$$Y = \bar{Y} + K_T.S \tag{3.7}$$

$$\text{Log} (X_T) = \overline{\text{Log} (X)} + K_T.S \tag{3.8}$$

Dimana :

$Y = \text{Log}(X_T) =$ Nilai Curah Hujan periode ulang T tahun

$X =$ Data curah hujan

$\bar{Y} = \overline{\text{Log}(X)} =$ Nilai rata curah hujan logaritmik

$S =$ Standar Deviasi

$K_T =$ Karakteristik distribusi Log Pearson III

$C_s =$ Koefisien skewness/koefisien kemencengan

$n =$ jumlah data hujan

Berikut merupakan tabel dari karakteristik distribusi Log Pearson III (K_T).

Tabel 3.7 Karakteristik Distribusi Log Pearson III (K_T)

Koef. Kmencengan (C_s)	Periode Ulang (Tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3	-0.396	0.42	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2.5	-0.36	0.518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2.2	-0.33	0.574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2	-0.307	0.609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1.8	-0.282	0.643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1.6	-0.254	0.675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1.4	-0.225	0.705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1.2	-0.195	0.732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1	-0.164	0.758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0.9	-0.148	0.769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0.8	-0.132	0.78	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312	4,250
0.7	-0.116	0.79	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0.6	-0.099	0.8	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0.5	-0.083	0.808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0.4	-0.066	0.816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0.3	-0.05	0.824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0.2	-0.033	0.83	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0.1	-0.017	0.836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0	0	0.842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0.1	0.017	0.836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0.2	0.033	0.85	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0.3	0.05	0.853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0.4	0.066	0.855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540

-0.5	0.083	0.856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0.6	0.099	0.857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0.7	0.116	0.857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0.8	0.132	0.856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837	2,035
-0.9	0.148	0.854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1	0.164	0.852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1.2	0.195	0.844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1.4	0.225	0.832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1.6	0.254	0.817	0,994	1,116	1,166	1,200	1,216	1,280
-1.8	0.282	0.799	0,945	0,035	1,069	1,089	1,097	1,130
-2	0.307	0.777	0,895	0,959	0,98	0,99	1,995	1,000
-2.2	0.33	0.752	0,844	0,888	0,9	0,905	1,907	0,91
-2.5	0.36	0.711	0,771	0,793	0,798	0,799	1,800	0,802
-3	0.396	0.636	0,66	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

(Sumber : C.C. Soemarto, 1999)

3.5 Persamaan Kontinuitas

Sistem operasi penyaluran pada tangki memerlukan adanya kajian untuk mengetahui berapa besarnya debit masuk (*inflow*) dan debit keluar (*outflow*) serta debit maksimum yang terbangun lewat pelimpah pada saat muka air tangki melebihi normal atau saat banjir. Hidrograf *outflow* suatu tangki dapat dicari berdasarkan hidrograf *inflow* dengan metode *hidrologic routing* seperti berikut (Susilowati & Hastiningrum, 2005).

$$\frac{ds}{dt} = I - O \quad (3.9)$$

Dimana :

I = debit yang masuk pada waduk (m³ / dt)

O = debit yang keluar melalui pelimpah (m³/dt)

ds = besarnya tampungan / storage (m³)

dt = periode penelusuran (dt)

3.6 Rain Water Harvesting System

Pemanenan Air Hujan (PAH) merupakan teknik pengumpulan dan penampungan air hujan ke dalam tangki atau waduk. Air hujan dialirkan melalui pipa penghubung yang dipasang di atap-atap rumah menuju tempat penampungan di bawahnya (Nurrohman, Paksi, Sangkawati, & Sugiyanto, 2015). Volume tangki atau kolam penampungan air hujan sangat penting untuk diperhitungkan dalam perencanaan

pemanenan air hujan. Volume tangki atau kolam ini ditentukan oleh angka *supply* dan *demand* dari penggunaan air di masyarakat sehari-hari (Ayatri, Fajar, & Zurfi, 2021). Dalam memperhitungkan pemanenan air hujan digunakan persamaan-persamaan berikut ini:

a. Perhitungan *Supply* Air Hujan

Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui banyaknya air hujan yang dapat ditampung, persamaannya sebagai berikut:

$$S = A \times M \times F \quad (3.10)$$

dimana:

S = Supply air hujan yang dapat ditampung (m³)

A = Luas area tangkapan air hujan/luas atap rumah penduduk (m²)

F = Koefisien *runoff*

Koefisien *runoff* adalah jumlah dari curah hujan yang dapat mengalir setelah mengalami penguapan. Nilai koefisien *runoff* dapat dipengaruhi oleh bentuk permukaan dari suatu atap. Biasanya banyaknya air hujan diasumsikan dapat ditampung 80% atau 0,8 (Ramadhayanti & Helda, 2021) untuk atap dengan permukaan miring, sedangkan atap dengan permukaan datar diasumsikan memiliki koefisien *runoff* sebesar 50 % atau 0,5 (Sutejo, et al., 2020)

b. Perhitungan Kebutuhan Air (*Demand*)

Kebutuhan air hujan merupakan volume air yang akan digunakan oleh penduduk untuk kebutuhan sehari-hari selama 1 bulan. Untuk menghitung kebutuhan air dapat menggunakan persamaan:

$$B = D \times P \times t \quad (3.11)$$

dimana:

B = Total kebutuhan air dalam satu bulan (m³)

D = Kebutuhan air satu orang dalam satu hari (m³)

P = Jumlah pengguna (jiwa)

t = Jumlah hari dalam satu bulan

3.7 Stormwater Infiltration Tank

Infiltrasi adalah suatu proses masuknya air hujan ke dalam tanah sebagai akibat dari adanya gaya kapiler sekaligus gaya gravitasi supaya air dapat masuk ke tanah yang

lebih dalam (KBBI, 2021). Infiltrasi ini juga dapat disebut juga sebagai cara air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah serta batuan menuju muka air tanah. Laju infiltrasi biasanya akan dinyatakan dalam satuan yang sama dengan satuan pada intensitas curah hujan, yakni milimeter per jam (mm/jam). Infiltrasi ini terjadi karena beberapa faktor meliputi faktor-faktor yang mempengaruhi laju infiltrasi adalah tekstur tanah, kerapatan massa (*bulk density*, permeabilitas, kadar air tanah) dan vegetasi.

Terdapat beberapa teori infiltrasi yang digunakan dalam permodelan hidrologi. Berikut macam-macam teori infiltrasi hidrologi.

a. Teori *Horton*

Horton mengakui bahwa kapasitas infiltrasi berkurang seiring dengan bertambahnya waktu hingga mendekati nilai yang konstant. *Horton* mengamati bahwa laju infiltrasi dimulai dari f_0 dan berkurang secara eksponensial menjadi f_c . Pada dasarnya model *Horton* ini hanya berlaku bila I intensitas hujan $\geq f_t$ laju infiltrasi sesaat (Soemarto C. D., 1995). Persamaan yang dihasilkan oleh model *Horton* adalah berdasarkan pendekatan hidrologi, yakni sebagai berikut.

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c) e^{-k} \quad (3.12)$$

Dimana :

$f(t)$ = laju infiltrasi nyata pada saat t (m/jam atau m/hari)

f_0 = laju infiltrasi awal (m/jam atau m/hari)

f_c = laju infiltrasi akhir setelah mencapai nilai tetap (m/jam atau m/hari)

k = konstanta geofisik (/jam atau/hari)

t = waktu sejak hujan turun (jam atau hari)

b. Teori Infiltrasi *Green-Ampt*

Laju infiltrasi menurut *Green-Ampt* (1911), merupakan fungsi dari parameter hidraulik tanah, yaitu; permeabilitas, *suction head*, dan kelembaban tanah. *Green* dan *Ampt* mengembangkan pendekatan Teori Fisik yang dapat diselesaikan dengan Penyelesaian Analitik Eksak (*Exact Analytical Solution*) untuk menentukan infiltrasi (Rohmat & Soekarno, 2006). Dalam pendekatan ini *Green - Ampt* mengemukakan istilah *Front* Pembasahan, yaitu suatu batas yang

kelas antara tanah yang mempunyai kelembaban tertentu (θ) di bawah dengan tanah jenuh (η) di atasnya. *Front* pembasahan ini terdapat pada kedalaman L yang dicapai pada waktu t dari permukaan (Rohmat & Soekarno, 2006). Berikut adalah Rumus Model *Green Ampt* :

$$F(t) = \psi \Delta \ln\left(1 + \frac{F(t)}{\psi \Delta \theta}\right) + Kt \quad (3.13)$$

Dimana :

$F(t)$ = infiltrasi kumulatif

ψ = suction head

$\Delta \theta$ = selisih antara porositas (η) dengan kandungan air awal (θ)

K = permeabilitas tanah

Untuk menghitung laju infiltrasi dapat menggunakan rumus (Soenarmo, Sadisun, & Saptohartono, 2008) :

$$f = Ks \left[1 + \frac{\psi f \cdot \Delta \theta i}{FF} \right] = \frac{dF}{dT} \quad (3.14)$$

Dimana :

f = laju infiltrasi (mm/jam)

FF = kedalaman infiltrasi total (m)

Ks = konduktivitas hidrolik jenuh tanah (mm/jam)

ψf = parameter penyerapan batas pembasahan tanah *green-ampt* (mm)

$\Delta \theta i$ = beda air tanah (mm³)

c. Teori Infiltrasi *Richard*

Persamaan *Richards* merupakan pengembangan dari Hukum *Darcy* yang merepresentasikan perpindahan air dalam media berpori tidak jenuh. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$\frac{\partial \theta}{\partial T} = \frac{\partial}{\partial X} \left(K(\theta) \frac{\partial \psi}{\partial X} \right) + \frac{\partial}{\partial Z} \left(K(\theta) \frac{\partial \psi}{\partial Z} - \frac{\partial K(\theta)}{\partial Z} \right) \quad (3.15)$$

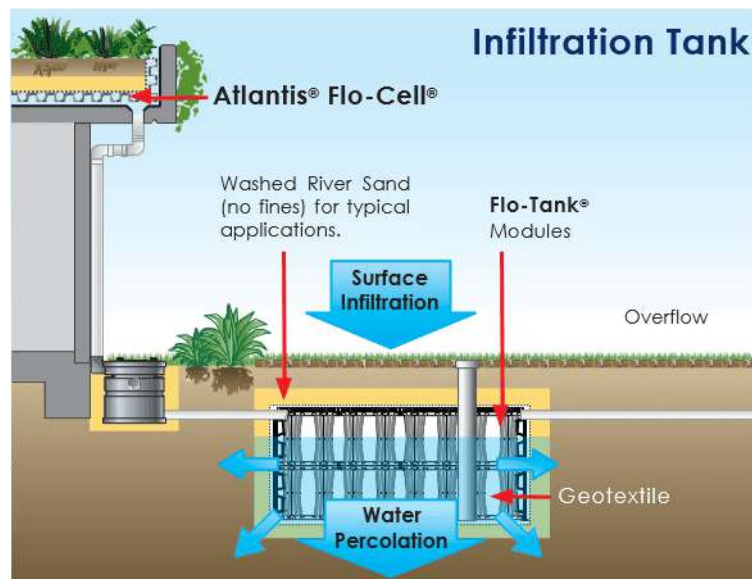
Dimana :

$K(\theta)$ = hydraulic conductivity yang berdimensi L/T

ψ = suction potensial yang berdimensi Z

Stormwater infiltration tank adalah sebuah tanki yang cocok untuk digunakan sebagai infiltrasi air hujan untuk mengurangi debit yang melimpas pada saluran drainase akibat adanya air hujan.

Stormwater Infiltration Tank merupakan tanki yang ramah lingkungan karena berbahan dasar polypropylene (daur ulang) besar kecilnya akan dirakit menjadi unit unit tanki. *Stormwater Infiltration Tank* ini digunakan untuk mengurangi peluang terjadinya banjir karena fungsi sebagai penyimpanan air hujan (Freni, Mannina, & Viviani, 2009).



Gambar 3.1 *Stormwater Infiltration Tank*

(Sumber : <https://www.atlantiscorporation.com.au/infiltration-tanks>)

Desain *Stormwater Infiltration Tank* ini menggunakan sigma tank yang berupa modular-modular berbentuk persegi empat yang pemukaannya divariasikan terdapat lubang-lubang, berbahan dasar *polypropylene* (daur ulang), dapat disusun secara vertikal dan horizontal dengan spesifikasi dimensi tertentu. Bahan penyusun sigma Tank adalah terbuat dari bahan plastik atau *polypropylene* yang memiliki nilai γ sebesar 0.91-0.925, 0.25-0.940 serta 1.3, 1.34-1.39 ton/m^3 dan lainnya serta berat sebesar 6,54 kgs/unit.

3.8 Hidrolika Saluran Tertutup

Pipa adalah saluran tertutup yang biasanya berpenampang lingkaran yang digunakan untuk mengalirkan fluida dengan tampang aliran penuh (Triatmojo,

1996). Fluida yang di alirkan melalui pipa bisa berupa zat cair atau gas dan tekanan bisa lebih besar atau lebih kecil dari tekanan atmosfer. Apabila zat cair di dalam pipa tidak penuh maka aliran termasuk dalam aliran saluran terbuka atau karena tekanan di dalam pipa sama dengan tekanan atmosfer (zat cair di dalam pipa tidak penuh), aliran termasuk dalam pengaliran terbuka. Karena mempunyai permukaan bebas, maka fluida yang dialirkan adalah zat cair. Perbedaan mendasar antara aliran pada saluran terbuka dan aliran pada pipa adalah adanya permukaan yang bebas yang (hampir selalu) berupa udara pada saluran terbuka (Robert & Sugiyanto, 2002). Kehilangan energi selama pengaliran melalui pipa diturunkan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$hf = \left(\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} \right) - \left(\frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \right) \quad (3.16)$$

Karena $V_1 = V_2$, maka:

$$hf = \left(\frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} \right) = \frac{\Delta P}{\gamma} \quad (3.17)$$

3.9 Perencanaan Dimensi Talang dan Perpipaan

Sistem penyaluran air hujan yang akan dirancang meliputi sistem perpipaan dari area tangkapan air hujan menuju tangki penampung air hujan yaitu *Rain Water Harvesting System* kemudian dialirkan kembali untuk kebutuhan non domestic flushing toilet dan penyiraman tanaman serta dialirkan menuju *Stormwater Infiltration Tank* (Nadia & Mardiyanto, 2016). Peraturan perpipaan mengenai ukuran saluran pembuangan air hujan gedung telah diatur dalam SNI-03-7065-2005, yang tercantum dalam tabel 3.8 dibawah ini:

Tabel 3.8 Beban maksimum yang diizinkan untuk talang atap (dalam m² Luas Atap)

Ukuran Pipa (mm)	Pipa Tegak Air Hujan	Pipa Datar Pembuangan Air Hujan			Talang Atap Datar Terbuka			
		Kemiringan			Kemiringan			
		1%	2%	4%	½%	1%	2%	4%
50	63							
65	120							
80	200	75	105	150	15	20	30	40
100	425	170	245	345	30	45	65	90
125	800	310	435	620	55	80	115	160
150	1290	490	700	990	85	125	175	250
200	2690	1065	1510	2135	180	260	365	520
250		1920	2710	3845	330	470	665	945
300		3090	4365	6185				
350		5525	7800	11055				

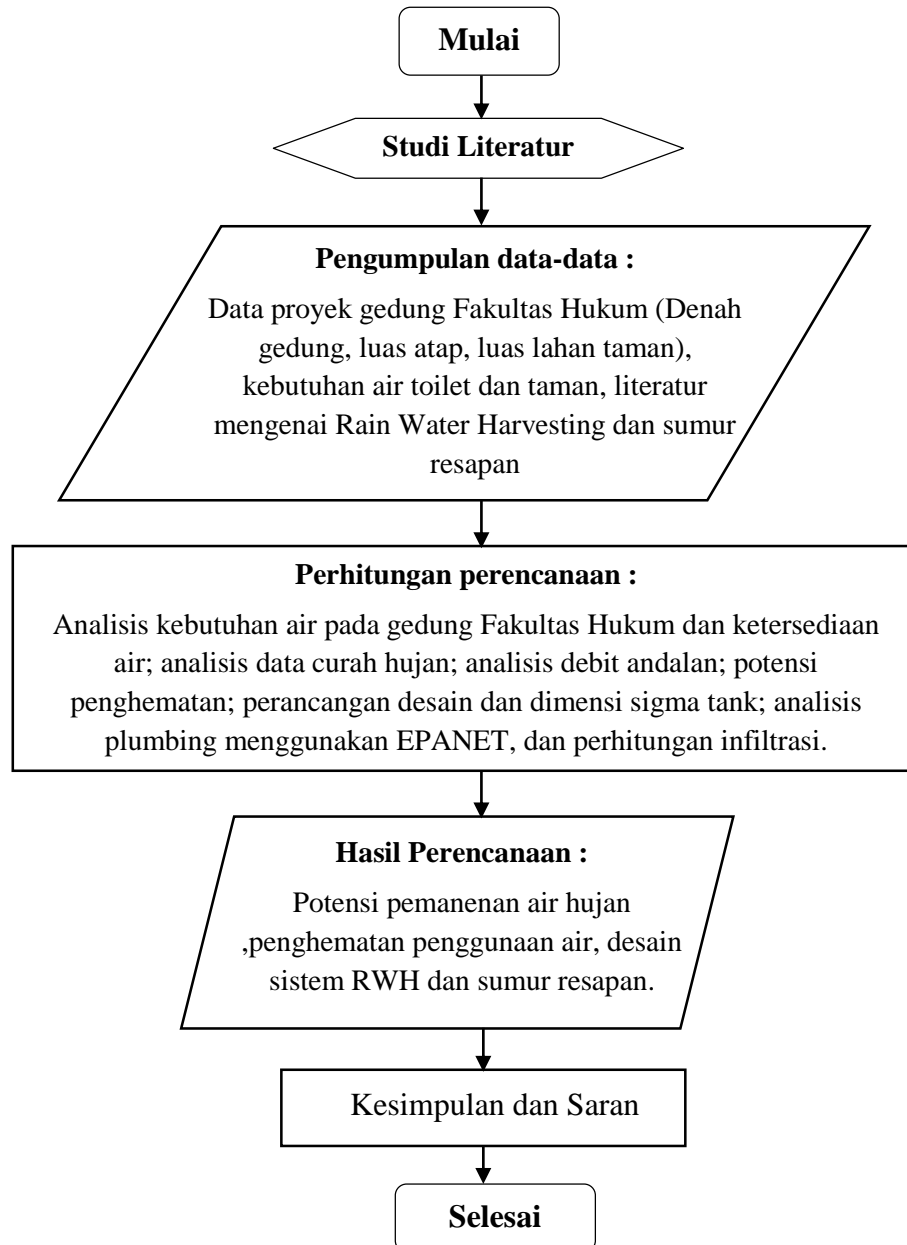
CATATAN: Tabel ini berdasarkan pada curah hujan 100 mm per jam. Bila curah hujan lebih besar, nilai luas pada tabel tersebut harus disesuaikan dengan cara mengalikan nilai tersebut dengan 10 dengan kelebihan curah hujan dalam mm perjam. Pipa tegak air hujan yang tidak berbentuk pipa (selinder), maka dapat berbentuk lain asalkan pipa tersebut dapat masuk kedalam penampang bentuk lain tersebut. Talang atap yang tidak berbentuk setengah lingkaran harus mempunyai penampang luas yang sama.

(Sumber : SNI-03-7065-2005)

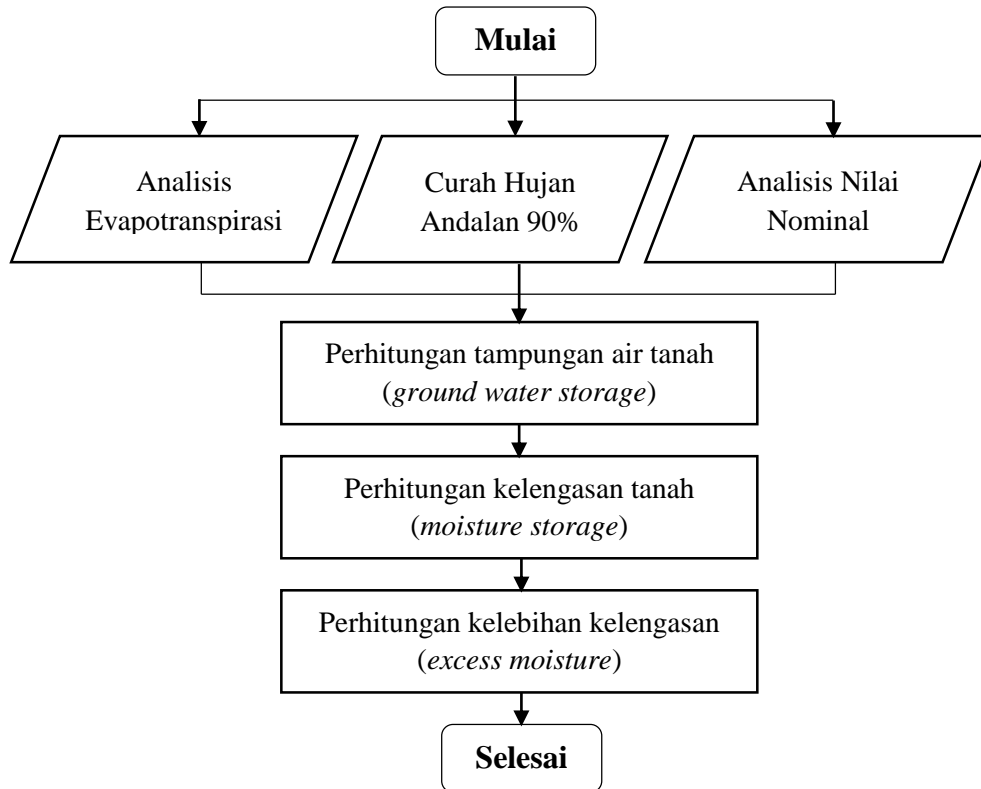
BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Bagan Alir Penelitian

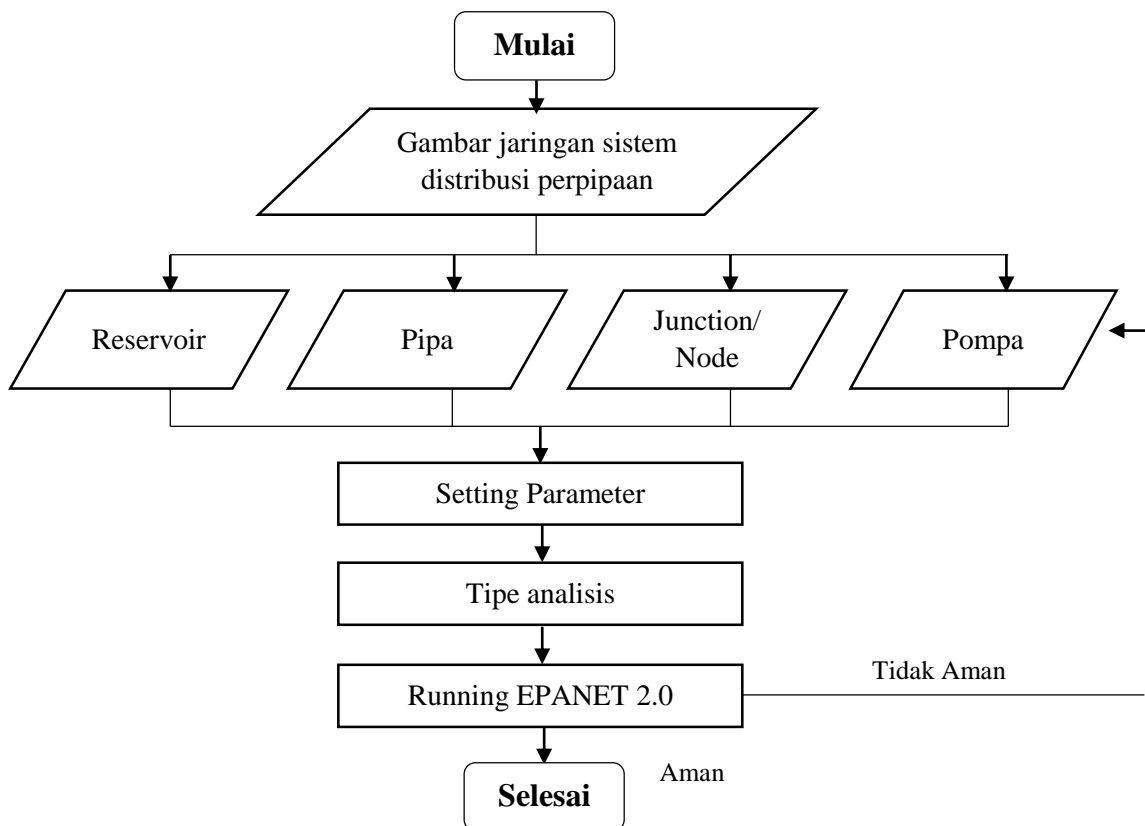
Penelitian yang akan dilakukan terdiri dari beberapa tahapan, berikut tahapan penelitian yang disajikan dalam bentuk bagan alir :



Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian
(Sumber : Hasil Analisis, 2022)

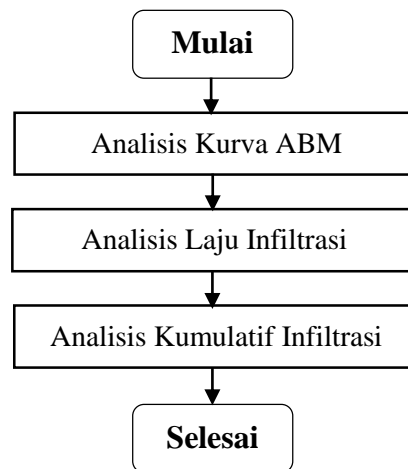


Gambar 4.2 Bagan Alir Analisis Debit Andalan Metode NRECA
(Sumber : Hasil Analisis, 2022)



Gambar 4.3 Bagan Alir Permodelan EPANET 2.0
(Sumber : Hasil Analisis, 2022)

Berikut merupakan bagan alir dari analisis infiltrasi menggunakan teori *Green-Ampt*.



Gambar 4.4 Bagan Alir Analisis Infiltrasi *Green-Ampt*
(Sumber : Hasil Analisis, 2022)

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi studi penelitian terletak di Gedung Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Sindangsari, Kecamatan Pabuaran, Kabupaten Serang, Provinsi Banten.



Gambar 4.5 Peta Kampus Sindangsari
(Sumber : Google Maps, 2022)

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penyusunan laporan penelitian, teknik dan pengumpulan data yang digunakan berupa data primer, data sekunder dan literatur atau pustaka.

a. Data Primer

Data primer yaitu sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan (Sugiyono, 2018). Data primer diperoleh dari wawancara dengan kontraktor proyek pembangunan kampus Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Sindangsari dan bagian umum rektorat Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh seorang peneliti secara tidak langsung dari objeknya, tetapi melalui sumber lain, baik lisan maupun tulis. (KBBI, 2020). Dalam merencanakan *rain water harvesting system* dan sumur resapan pada gedung yang ditinjau diperlukan data-data berikut :

1. Data luas bangunan dan atap gedung

Bangunan yang digunakan yaitu Gedung Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Sindangsari. Gedung Fakultas Hukum memiliki dimensi lebar bangunan 25,4 m dan panjang bangunan 63 m.

2. Data luas taman

Berdasarkan data gambar kerja proyek *New Campus Untirta*, luas taman yang berada di Gedung Fakultas Hukum yaitu sebesar 27 m².

3. Data curah hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam pengolahan data yaitu data curah hujan bulanan. Data curah hujan yang digunakan berasal dari stasiun terdekat dari lokasi studi kasus yaitu BMKG Maritim Serang dengan menggunakan data 10 tahun terakhir (2013-2022) kemudian dilakukan perhitungan rata-rata curah hujan menggunakan metode aritmatika untuk mengetahui banyaknya *supply* air hujan. Berikut merupakan daftar pos curah hujan yang digunakan :

Tabel 4.1 Lokasi Stasiun / Pos Hujan

No.	Nama Stasiun / Pos Hujan	Lokasi	Koordinat		Jarak
			Lintang	Bujur	
1	BMKG Serang	Serang	06°11'85" LS	106°11'00" BT	14 km

(Sumber : Hasil Analisis, 2022)

4. Data jumlah civitas akademik

Data civitas akademika yaitu data mahasiswa, data dosen, dan data karyawan. Pada Gedung Fakultas Hukum jumlah civitas akademika yang bekerja diantaranya diperoleh berdasarkan data Proyek New Campus Untirta ada 2032 Jiwa. Pada penelitian ini diasumsikan untuk jumlah pengguna toilet yaitu 30% dari total jumlah jiwa karena tidak semua penghuni gedung menggunakan toilet dalam waktu yang bersamaan (Qomariyah et al., 2016)

5. Data luas atap bangunan

Atap gedung Fakultas Hukum dari kedua jenis atap dak beton dan genteng memiliki luas sebesar 1600,2 m².

c. Observasi

Data observasi atau data pengamatan langsung pada penelitian ini membantu agar dapat mengetahui gambaran kondisi dilokasi yang menjadi tempat tinjauan. Gambar 4.3 adalah penampakan sisi belakang terdapat saluran pembuangan air hujan yang langsung dialirkan ke bawah bangunan serta terdapat bagian samping dari Gedung Fakultas Hukum.



Gambar 4.6 Sisi Belakang Atap dan Sisi Samping Bangunan Gedung Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Sindang Sari

(Sumber : Dokumen Penulis, 2023)

Luas lahan tersedia yang terdapat pada sekitar Gedung Fakultas Hukum yang dapat berpotensi untuk dipasangkan tanki *Rain Water Harvesting* serta *Stormwater Infiltration Tank* adalah sebesar 1030,87 m² (<https://earth.google.com/web/>).

d. Literatur atau pustaka

Data literatur adalah data berupa tulisan bahan bacaan yang digunakan dalam berbagai aktivitas, baik secara intelektual maupun rekreasi, dapat berupa buku-buku naskah (*text book*), bahan ajar dari dosen pengampu, SNI (Standar Nasional Indonesia), tulisan mengenai suatu bidang ilmu, jurnal dan pedoman, sebagai pendukung penelitian (KBBI, 2020).

4.4 Analisis Data

Analisis data serta penulisan pembahasan dilanjutkan setelah data primer dan data sekunder didapatkan. Memperhatikan sumber dan kejelasan data yang diperoleh pada saat proses menganalisis agar hasil dari penelitian dapat mencapai hasil yang sesuai. Berikut merupakan pengolahan data yang diperlukan dalam menunjang penelitian ini.

4.4.1 Perhitungan Curah Hujan dan Analisa Ketersediaan Air

Pada perhitungan curah hujan, data yang digunakan pada wilayah studi STA BMKG Maritim Serang selama 10 tahun yaitu 2013 – 2022. Perhitungan dilakukan dengan cara membandingkan suplai curah hujan stasiun mana yang mencukupi untuk kebutuhan gedung. Analisis data curah hujan dilakukan dengan mencari nilai curah hujan andalan dengan keandalan 90% setiap bulannya. Selain itu, pada curah hujan harian dilakukan perhitungan analisa kebutuhan air berdasarkan luasan atap serta standar kebutuhan air bersih per hari. Nilai tersebut digunakan untuk mengetahui berapa besar suplai air hujan yang diperoleh dan kapasitas *Rain Water Harvesting System* serta *Stormwater Infiltration Tank*.

4.4.2 Analisa Desain Penampungan Air dan Saluran

Analisis hidrologi dilakukan dalam perencanaan saluran untuk mendapatkan nilai debit dari hujan yang jatuh di atap dengan perhitungan catchment area yaitu luas atap dari masing-masing gedung. Kemudian pada *conveyance system* disambungkan dengan roof drain dan disalurkan menuju *Rain Water Harvesting System* untuk menampung air kemudian dialirkan lagi menuju *Stormwater Infiltration Tank* akan menghasilkan dimensi penampungan tersebut. Selain itu, diperhitungkan juga koefisien kekasaran saluran, serta elevasi muka air tanah untuk

merencanakan *Rain Water Harvesting System* dan *Stormwater Infiltration Tank* dan debit yang masuk.

4.4.3 Analisa Perhitungan *Routing* dengan Reservoir *Routing* dan Neraca Air

Untuk menghitung jumlah debit *inflow* dilakukan perhitungan hubungan antara besar *storage* dengan debit *outflow* menggunakan metode analisis *routing*. Analisis *routing* yaitu analisis perhitungan *routing* yang terjadi pada data curah hujan harian. Besar kapasitas pompa merupakan *output* dari analisis *routing* ini yang akan digunakan untuk kebutuhan toilet dan penyiraman taman, dan lainnya.

4.4.4 Analisa Sumur Resapan

Apabila reservoir pada *Rain Water Harvesting* mengalami *overcapacity* yang diakibatkan oleh intensitas air yang besar yang terjadi di musim penghujan, maka air akan meluap kedalam sumur resapan (*Stormwater Infiltration Tank*), begitupun jika hal yang sama terjadi pada sumur resapan maka air akan disalurkan menuju drainase. Pada perhitungan sumur resapan dibutuhkan data yang salah satunya didapat dari pengukuran lapangan, diantaranya yaitu jumlah debit yang mengalir kedalam saluran, serta melakukan perhitungan besarnya volume air yang meluap dari reservoir *stormwater infiltration tank* kedalam sumur resapan. Perhitungan infiltrasi dilakukan dengan menggunakan teori infiltrasi Green-Ampt (Fachrurazie, et al., 2002)

4.4.5 Hipotesis

Pada Gedung Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang mempunyai conveyance system akan dihubungkan dengan roof drain dan disalurkan dengan menggunakan perencanaan system penampungan *Rain Water Harvesting System* untuk digunakan kembali untuk kebutuhan *non-potable* guna menghemat air bersih kemudian dialirkan lagi menuju peresapan *Stormwater Infiltration Tank* untuk mengetahui pengurangan debit pada saluran drainase pada gedung Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa juga. *Rain Water Harvesting System* dapat menghemat penggunaan air untuk penggunaan toilet dan pertamanan ini, terutama pada musim penghujan.

4.4.6 Jadwal Penelitian

Penelitian ini direncanakan berlangsung selama beberapa bulan, berikut merupakan jadwal yang diagendakan beserta realita pelaksanaannya :

Tabel 4.2 Jadwal Penelitian

No.	Nama Kegiatan	2022								2023																																																
		November				Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni																												
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																									
1	Penentuan Judul																																																									
2	Studi Pustaka																																																									
3	Pencarian Data																																																									
4	Penyusunan Proposal																																																									
5	Seminar Proposal																																																									
6	Perbaikan Revisi & Pengolahan Data																																																									
7	Seminar Hasil																																																									
8	Perbaikan Revisi & Pengolahan Data																																																									
9	Sidang Akhir																																																									

Keterangan : = Rencana
 = Realita

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kebutuhan Air Bersih Gedung (*Demand*)

Perhitungan kebutuhan air bersih pada Gedung Fakultas Hukum Untirta dilakukan berdasarkan jumlah penghuni yang meliputi dosen, pegawai, dan mahasiswa. Adapun jumlah penghuni pada gedung ini terdapat 2032 jiwa, namun pada perhitungan kebutuhan air ini diasumsikan jumlah pengguna toilet yaitu 30% dari total jumlah jiwa karena tidak semua penghuni gedung menggunakan toilet dalam waktu yang bersamaan (Qomariyah et al., 2016). Dalam penelitian ini air hujan yang dipanen akan digunakan untuk kebutuhan non domestik yaitu toilet dan penyiraman taman dengan standar kebutuhan flushing toilet sebesar 20 liter/orang/hari (BSN, 2005), wastafel sebesar 10 liter/orang/hari (Aska, 2018), dan standar kebutuhan air siram untuk tanaman adalah 2 liter/m²/hari (Widarto, 1996). Perhitungan kebutuhan air dapat diperoleh dalam perhitungan berikut:

a. Jumlah penghuni pakai

Jumlah dosen	= 52 orang
Jumlah pegawai	= 80 orang
Jumlah mahasiswa	= 1900 orang
Total penghuni	= 1900 + 80 + 52
	= 2032 orang

Asumsi jumlah penghuni pakai yaitu 30% dari total penghuni.

Jumlah penghuni pakai	= 30% x 2032
	= 609,6 orang
	≈ 610 orang

Maka jumlah penghuni yang akan digunakan pada analisis ini berjumlah 610 orang.

b. Kebutuhan air toilet

1) Flushing

Kebutuhan air rata-rata = 20 L/orang/hari

Kebutuhan air per hari = jumlah jiwa x kebutuhan air rata-rata = 610 x 20 L/hari

$$= 12200 \text{ L/hari}$$

$$= 12,2 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2) Wastafel

$$\text{Kebutuhan air rata-rata} = 10 \text{ L/orang/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air per hari} &= \text{jumlah jiwa} \times \text{kebutuhan air rata-rata} \\ &= 610 \times 10 \text{ L/hari} \\ &= 6100 \text{ L/hari} \\ &= 6,1 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

3) Penyiraman taman

$$\text{Kebutuhan air rata-rata} = 2 \text{ L/m}^2/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air per hari} &= \text{luas taman} \times \text{kebutuhan air rata-rata} \\ &= 27 \times 2 \text{ L/hari} \\ &= 54 \text{ L/hari} \\ &= 0,054 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan} &= 12,2 \text{ m}^3/\text{hari} + 6,1 \text{ m}^3/\text{hari} + 0,054 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 18,354 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Total kebutuhan air untuk kegunaan flushing dan toilet serta penyiraman taman yaitu sebesar 18,354 m³/hari. Berikut merupakan tabel rekapitulasi perhitungan kebutuhan air harian serta bulanan.

Tabel 5.1 Kebutuhan Air Harian dan Bulanan

Bulan	Jumlah	Kebutuhan Air Harian	Kebutuhan Air Bulanan
	hari	m ³ /hari	m ³
Januari	31	18.35	568.97
Februari	28	18.35	513.91
Maret	31	18.35	568.97
April	30	18.35	550.62
Mei	31	18.35	568.97
Juni	30	18.35	550.62
Juli	31	18.35	568.97
Agustus	31	18.35	568.97
September	30	18.35	550.62
Oktober	31	18.35	568.97

LanjutanTabel 5.1

Bulan	Jumlah	Kebutuhan Air Harian	Kebutuhan Air Bulanan
	hari	m3/hari	m3
November	30	18.35	550.62
Desember	31	18.35	568.97
Total			6699.21

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

5.2 Analisis Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data 10 tahun terakhir yaitu 2013 – 2022 pada 1 stasiun yaitu STA BMKG Maritim Serang yang diambil berdasarkan jarak stasiun paling dekat diantara seluruh stasiun yang ada di Serang dengan jarak 6,2 km dari lokasi tinjauan. Berikut merupakan data curah hujan bulanan.

Tabel 5.2 Data Curah Hujan Bulanan

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES	\bar{X}
2013	424	212	229	104.2	261	60	243.6	121.8	35	0	6	245.2	161.82
2014	376.1	201.1	97.6	36.1	113.1	36.3	232.4	9.6	21.8	21	155	138.9	119.92
2015	362.7	241.4	193.1	130.2	39.1	83.4	4.7	11.7	0.2	28.5	56.2	154.2	108.78
2016	126.1	271.9	217.8	88	137.2	93	134.9	86.6	158.9	158.3	138	164	147.89
2017	321	351.1	112.9	93.5	142.8	100.8	106.9	18.1	47.5	112.3	153.5	240.1	150.04
2018	141.9	178.2	222.2	153.7	69.6	196.6	3	0	29.9	87.6	116.5	167.9	113.93
2019	331.7	179.9	209.9	150.7	93.8	10	14.4	1	0	11.2	74.8	179	104.70
2020	332.5	180.3	204.3	150.7	102.5	10.2	14.4	1	0	11	75.4	180.2	105.21
2021	198.7	283.2	120.4	234	49.9	127.6	45.3	31.3	207.9	90.5	209.2	235.7	152.81
2022	109.1	121	287.5	184.5	191.6	114.6	43.1	101.1	56.6	200.4	156.7	152.4	143.22
\bar{X}	272.38	222.01	189.47	132.56	120.06	83.25	84.27	38.22	55.78	72.08	114.13	185.76	130.83

(Sumber : <https://banten.bps.go.id>)

a. Analisis frekuensi

Analisis frekuensi dilakukan untuk mendapatkan besarnya curah hujan rencana dan analisis statistik yang diperlukan dalam perhitungan debit rancangan dan besarnya intensitas hujan. Data yang digunakan untuk analisis ini yaitu data jumlah curah hujan setiap bulan pertahunnya. Metode sebaran dari analisis frekuensi yang digunakan yaitu analisis distribusi log person III. Berikut merupakan langkah-langkah analisis frekuensi pada bulan Januari dan perhitungannya.

Tabel 5.3 Perhitungan Distribusi Log *Pearson* III

No.	Tahun	Curah Hujan (mm)	Log Xi	(LogXi-LogX)	(LogXi-LogX) ²	(LogXi-LogX) ³	(LogXi-LogX) ⁴
1	2013	424	2.63	0.237	0.05634	0.013374	0.00317460
2	2014	376.1	2.58	0.185	0.03434	0.006363	0.00117911
3	2015	362.7	2.56	0.170	0.02875	0.004874	0.00082639
4	2016	126.1	2.10	-0.289	0.08368	-0.024209	0.00700310
5	2017	321.0	2.51	0.117	0.01357	0.001581	0.00018425
6	2018	141.9	2.15	-0.238	0.05665	-0.013484	0.00320938
7	2019	331.7	2.52	0.131	0.01709	0.002235	0.00029224
8	2020	332.5	2.52	0.132	0.01737	0.002289	0.00030170
9	2021	198.7	2.30	-0.092	0.00843	-0.000774	0.00007102
10	2022	109.1	2.04	-0.352	0.12403	-0.043679	0.01538243
Jumlah		2723.8	23.90	0.000	0.440256	-0.051428	0.03162422

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

1) Perhitungan Nilai Rata-rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{2723,8}{10} = 272,38$$

$$\text{Log}\bar{X} = 2,390$$

2) Perhitungan Simpangan Baku (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,440256}{10-1}} = 0,2211727$$

3) Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sd}{\log \bar{X}} = \frac{0,2211727}{2,390} = 0,09254096$$

4) Perhitungan Koefisien *Skewness* (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} = \frac{10(-0,051428)^3}{(10-1)(10-2)0,2211727^3} = -0,660190408$$

5) Perhitungan Koefisien *Kurtosis* (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (\log X_i - \log \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} = \frac{10^2(0,03162422)^4}{(10-1)(10-2)(10-3)0,2211727^4} = 2,622184048$$

Setelah ini, data kembali diuji kecocokannya untuk memastikan dan menentukan metode distribusi mana yang akan digunakan untuk analisis hujan rencana.

b. Uji kecocokan data

Uji kecocokan data dilakukan untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan dan mewakili distribusi frekuensi tersebut, terdapat dua jenis pengujian parameter yaitu *chi* kuadrat dan *smirnov kormogorof*.

1) Metode Chi Kuadrat

Metode Chi Kuadrat adalah metode uji statistik yang digunakan untuk menguji perbedaan antara distribusi teoritis (yang diasumsikan) dan distribusi yang diamati. Metode ini didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas, dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca di dalam kelas tersebut. Metode ini dapat dilakukan dengan membandingkan nilai Chi square (X^2) dengan nilai Chi square kritis (X^2_{cr}) dimana nilai (X^2) harus lebih kecil dari nilai (X^2_{cr}). Derajat nyata atau derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5%. Berikut merupakan tahapan analisis uji kecocokan data dengan metode chi kuadrat.

a) Mengurutkan data dari besar ke kecil

Tabel 5.4 Pengurutan Data Hujan dari Besar ke Kecil

No	Xi (mm) Jan	Urutan
1	424	424
2	376.1	376.1
3	362.7	362.7
4	126.1	332.5
5	321	331.7
6	141.9	321
7	331.7	198.7
8	332.5	141.9
9	198.7	126.1
10	109.1	109.1

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

b) Menghitung jumlah kelas

$$\text{Jumlah data (n)} = 10$$

$$\begin{aligned}
\text{Kelas distribusi (K)} &= 1 + 3,3 \log n \\
&= 1 + 3,3 \log 10 \\
&= 4,3 \approx 5 \text{ kelas}
\end{aligned}$$

c) Menghitung derajat kebebasan (DK) dan X^2_{cr}

$$\text{Parameter (p)} = 2$$

$$\text{Derajat Kebebasan (DK)} = K - (p + 1) = 5 - (2 + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$$

Nilai X^2_{cr} dengan jumlah data (n) = 10, α = 5% dan DK = 2, adalah 5,991

d) Menghitung kelas distribusi

Kelas distribusi = $1/5 \times 100\% = 20\%$, interval distribusi adalah 20%, 40%, 60%, 80%, 90%.

$$P_{(x)} = 20\%, \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ tahun}$$

$$P_{(x)} = 40\%, \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,40} = 2,5 \text{ tahun}$$

$$P_{(x)} = 60\%, \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,60} = 1,67 \text{ tahun}$$

$$P_{(x)} = 80\%, \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,80} = 1,25 \text{ tahun}$$

$$P_{(x)} = 90\%, \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,90} = 1,11 \text{ tahun}$$

Syarat P adalah jika $P > 0,5$ maka $(1 - P)$ sedangkan jika $P < 0,5$ maka nilai P tetap sama.

$$P_{20\%} = 0,2 < 0,5 = 0,2$$

$$P_{40\%} = 0,4 < 0,5 = 0,4$$

$$P_{60\%} = 0,6 > 0,5 = 0,4$$

$$P_{80\%} = 0,8 > 0,5 = 0,2$$

$$P_{90\%} = 0,9 > 0,5 = 0,1$$

e) Menghitung interval kelas distribusi Log Pearson III

$$W_{90} = \left(\ln \left(\frac{1}{p^2} \right) \right)^{0,5}$$

$$W_{90} = \left(\ln \left(\frac{1}{(-0,1)^2} \right) \right)^{0,5}$$

$$W_{90} = 2,15$$

$$z = w - \frac{2,515517 + 0,802853 w + 0,010328 w^2}{1 + 1,432788 w + 0,189269 w^2 + 0,001308 w^3}$$

$$= 2,15 - \frac{2,515517 + 0,802853 \cdot 2,15 + 0,010328 \cdot 2,15^2}{1 + 1,432788 \cdot 2,15 + 0,189269 \cdot 2,15^2 + 0,001308 \cdot 2,15^3}$$

$$= 1,28 \text{ menjadi } -1,28 \text{ karena } P > 0,5$$

$$k = \frac{Cs}{6}$$

$$= \frac{-0,660190408}{6}$$

$$= -0,11$$

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3} (z^3 - 6z) - (z^2 - 1) k^3 + z k^4 - \frac{1}{3} k^5$$

$$= -1,28 + (1,28^2 - 1)(-0,11) + \frac{1}{3} (-1,28^3 -$$

$$6(-1,28) - (-1,28^2 - 1)(-0,22^3) +$$

$$(-0,128)(-0,11^4) - \frac{1}{3}(-0,11)^5$$

$$= -1,1498281$$

$$\text{Log } \bar{X} = 2,390 \text{ (hal. 39)}$$

$$\text{SLog} = 0,2211727 \text{ (hal. 39)}$$

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + (K_T \times \text{SLog})$$

$$= 2,390 + (-1,1498281 \times 0,2211727)$$

$$= 2,1356873$$

$$X = 10^{\text{Log } X_T}$$

$$= 10^{2,1356873}$$

$$= 136,67445$$

Perhitungan demikian dilakukan seterusnya setiap periode ulang tahun yang tertera pada tabel berikut.

Tabel 5.5 Nilai p, w, z, k, KT dan XT Distribusi Log Person III

No	p	Periode Ulang	p _{calc}	w	z	z _{calc}	k	KT	Log X	SLogX	LogXT	XT (mm)
1	0.9	1.11	0.1	2.15	1.28	-1.28	-0.110	-1.1498281	2.390	0.2211727	2.1356873	136.67445
2	0.8	1.25	0.2	1.79	0.84	-0.84	-0.110	-0.7153042	2.390	0.2211727	2.2317921	170.5266
3	0.6	1.67	0.4	1.35	0.25	-0.25	-0.110	-0.1394638	2.390	0.2211727	2.3591523	228.64005
4	0.4	2.50	0.4	1.35	0.25	0.25	-0.110	0.35435841	2.390	0.2211727	2.4683723	294.01691
5	0.2	5.00	0.2	1.79	0.84	0.84	-0.110	0.93191476	2.390	0.2211727	2.596112	394.55904

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Pembagian interval kelas dilakukan berdasarkan nilai XT, dimana kelas pertama di ambil dari XT terbesar ke 2 seperti pada Tabel 5.5, terdapat pada periode ulang 2,5 tahun, selanjutnya tertera pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Perhitungan X^2 untuk Log Person III

Kelas	Interval		Ef	Of	Ef-Of	$(E_f - O_f)^2 / E_f$
1	<	170.527	2	3	-1	0.5
2	170.53 -	228.64	2	1	1	0.5
3	228.64 -	294.017	2	0	2	2
4	294.02 -	394.559	2	5	-3	4.5
5	>	394.559	2	1	1	0.5
Jumlah			10	10		8

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Dapat dilihat pada Tabel 5.6 diatas untuk nilai X^2 sebesar $8 > 5,991$ (hal 41) maka distribusi Log Person III tidak dapat diterima. Untuk dapat diterima diperlukan data curah hujan yang lebih banyak dalam analisisnya, namun analisis ini dibatasi hanya untuk curah hujan selama 10 tahun.

Dari hasil perhitungan didapat nilai hujan andalan untuk peluang 90% pada bulan Januari adalah sebesar 136,674 mm. Berikut merupakan tabel rekapitulasi hujan andalan 90% dari bulan Januari sampai Desember.

Tabel 5.7 Hujan Andalan 90% Januari sampai Desember

	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Curah Hujan	136.67	146.19	103.59	72.31	50.20	19.87	4.81	1.14	0.33	4.65	43.15	137.82

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

2) Metode Smirnov Kolmogorov

Metode ini biasanya digunakan untuk menguji simpangan/selisih terbesar antara peluang pengamatan empiris dengan peluang teoritis. Berikut merupakan tahapan analisis uji kecocokan data bulan Januari dengan metode *smirnov-kolmogorof*.

$$\text{Nilai Log } \bar{X} = 2,390 \text{ mm}$$

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{10+1} = 0,091$$

$$T = \frac{1}{P(X_i)}$$

$$= \frac{1}{0,091} = 11$$

$$P(X_i)_{\text{hitung}} = P(X_i) \text{ apabila } < 0,5, \text{ jika } > 0,5 \text{ maka } 1 - P(X_i)$$

$$= 0,091$$

Mencari nilai $f(t) = 2,30$ dan $C_s = -0,6601904$ melalui tabel distribusi log *pearson* III dengan cara interpolasi diperoleh nilai $P'(X) = 0,03$. Demikian seterusnya untuk urutan-urutan curah hujan selanjutnya.

$$f(t) = \frac{\text{Log}X_i - \text{Log}\bar{X}}{\text{Log}S_d} = \frac{2,63 - 2,39}{0,2211727} = 1,07$$

$$\Delta P = P'(X_i) - P(X_i) = 0,03 - 0,091 = -0,06$$

$$w = \left(\ln \left(\frac{1}{P(X_i)^2} \right) \right)^{0,5}$$

$$w = \left(\ln \left(\frac{1}{(0,091)^2} \right) \right)^{0,5}$$

$$= 2,190$$

$$z = w - \frac{2,515517 + 0,802853 w + 0,010328 w^2}{1 + 1,432788 w + 0,189269 w^2 + 0,001308 w^3}$$

$$= 2,190 - \frac{2,515517 + 0,802853 \cdot 2,190 + 0,010328 \cdot 2,190^2}{1 + 1,432788 \cdot 2,190 + 0,189269 \cdot 2,190^2 + 0,001308 \cdot 2,190^3}$$

$$= 1,335$$

$$C_s = -0,660190408 \text{ (hal 39)}$$

$$k = \frac{Cs}{6}$$

$$= \frac{-0,660190408}{6}$$

$$= -0,11$$

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z) - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 - \frac{1}{3}k^5$$

$$= 1,335 + (1,335^2 - 1)(-0,11) + \frac{1}{3}(1,335^3 - 6(1,335)) -$$

$$(1,335^2 - 1)(-0,11^3) + (1,335)(-0,11^4) - \frac{1}{3}(-0,11)^5$$

$$= 1,2275$$

$$\text{Log } \bar{X} = 2,390 \text{ (hal 39)}$$

$$S = 0,2211727 \text{ (hal 39)}$$

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S \text{Log})$$

$$= 2,390 + (1,2275 \times 0,2211727)$$

$$= 2,661$$

$$X_T = 10^{\text{Log } X_T}$$

$$= 10^{2,661}$$

$$= 506,570$$

$$\text{Deviasi} = X_i - X_T$$

$$= 424 - 458,66$$

$$= -11,36$$

Untuk mencari Dmax perlu dilakukannya perhitungan seperti contoh diatas pada setiap urutan urutan curah hujan selanjutnya, Dmax diambil dari angka deviasi tertinggi di setiap curah hujannya, Berikut hasil perhitungannya berada pada tabel dibawah ini :

Tabel 5.8 Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof

m	Xi	Log X	P(X)	T	P(X) Hitung	w	z	Kt	Log Xt	Xt	Deviasi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	424	2.6274	0.091	11	0.091	2.19	1.335	1.2275	2.661	458.66	-34.66
2	376.1	2.5753	0.182	5.5	0.182	1.846	0.908	0.9084	2.591	389.86	-13.76
3	362.7	2.5595	0.273	3.67	0.273	1.612	0.604	0.6595	2.536	343.45	19.25
4	332.5	2.5218	0.364	2.75	0.364	1.422	0.348	0.4356	2.486	306.43	26.07
5	331.7	2.5207	0.455	2.2	0.455	1.256	0.114	0.2185	2.438	274.36	57.34
6	321	2.5065	0.545	1.83	0.455	1.256	-0.114	-0.0039	2.389	244.98	76.02
7	198.7	2.2982	0.636	1.57	0.364	1.422	-0.348	-0.2445	2.336	216.73	-18.03
8	141.9	2.1520	0.727	1.375	0.273	1.612	-0.604	-0.5215	2.275	188.22	-46.32
9	126.1	2.1007	0.818	1.22	0.182	1.846	-0.908	-0.8704	2.197	157.58	-31.48
10	109.1	2.0378	0.909	1.1	0.091	2.19	-1.335	-1.3978	2.081	120.46	-11.36

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Rekapitulasi nilai ΔP_{max} dan ΔP_{kritik} distribusi Log Person III. Syarat dari uji smirnov kolmogorof adalah nilai $\Delta P_{max} < \Delta P_{kritik}$, dimana $n = 10$ dan $\alpha = 5\%$, maka nilai $\Delta P_{kritik} = 0,41$. Pada Tabel 5.7 nilai D_{max} didapatkan sebesar $-11,36 < 0,41$ sesuai dengan persyaratan maka dalam uji kecocokan smirnov kolmogorof pada distribusi Log Person III dapat diterima.

Berdasarkan hasil analisis frekuensi distribusi probabilitas maupun uji kecocokan data (metode chi square dan smirnov kolmogorof) dapat disimpulkan bahwa distribusi Log Person III dapat diterima karena sesuai persyaratan pada metode analisis frekuensi smirnov kolmogof.

5.3 Analisis Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah proses perpindahan air dari permukaan bumi ke atmosfer termasuk evaporasi air dari tanah maupun transpirasi dari tanaman melalui jaringan transfer panas laten persatuan area (Wirawan, Idkham, & Chairani, 2013). Analisis evapotranspirasi ini dilakukan karena merupakan salah satu komponen penting dalam mempengaruhi keseimbangan hidrologi di suatu daerah. Analisis evapotranspirasi menggunakan metode Thornwaite, dimana metode ini hanya membutuhkan data suhu udara dengan menghitung neraca air berdasarkan atas pasokan (input) dan luaran air (output) dalam masa tertentu. Berikut merupakan analisis evapotranspirasi menggunakan metode Thornwaite.

- Menghitung rata rata suhu setiap bulan dalam 10 tahun

Berikut data rata-rata suhu di kota Serang setiap bulan dalam 10 tahun yaitu tahun 2013 – 2022.

Tabel 5.9 Data rata-rata suhu di kota Serang dalam 10 tahun

No	Bulan	Suhu
1	Januari	27.07
2	Februari	27.02
3	Maret	27.37
4	April	27.69
5	Mei	27.81
6	Juni	27.26
7	Juli	26.99
8	Agustus	27.18
9	September	27.45
10	Oktober	23.95
11	November	27.79
12	Desember	27.26

(Sumber : <https://serangkota.bps.go.id/indicator/151/100/1/suhu-udara-maksimum-minimum-dan-rata-rata-di-kota-serang.html>, 2023)

b. Menghitung indeks panas (i)

Berikut merupakan contoh perhitungan indeks panas (i) pada bulan Januari.

$$i = \left(\frac{I}{5}\right)^{1,514}$$

$$i = \left(\frac{27,07}{5}\right)^{1,514}$$

$$= 12,9$$

I = total indeks panas setiap bulan

$$I = 154,85$$

c. Menghitung evapotranspirasi

$$\alpha = 675 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 0,01792 I + 0,44239$$

$$= 675 \times 10^{-9} (154,85)^3 - 771 \times 10^{-7} (154,85)^2 + 0,01792 (154,85) + 0,44239$$

$$= 3,8751$$

$$ETp = 1,6 \left(10 \frac{T}{I}\right)^\alpha$$

$$= 1,6 \left(10 \frac{27,07}{154,85}\right)^{3,8751}$$

$$= 13,9397 \text{ cm} = 139,397 \text{ mm}$$

d. Menentukan panjang hari (N)

Panjang hari merupakan waktu matahari meyinari dalam satu hari. Untuk menentukan panjang hari dibutuhkan data letak astronomis lokasi tinjauan (kota Serang), berdasarkan peta kota Serang berada pada titik -6.111557 (LU), 106.131940 (LS). Berikut merupakan tabel data panjang hari kota Serang setiap bulan.

Tabel 5.10 Panjang hari lokasi kota Serang

No.	Bulan	N (jam)
1	Januari	12.3
2	Februari	12.2
3	Maret	12.1
4	April	12.1
5	Mei	11.5
6	Juni	11.5
7	Juli	11.5
8	Agustus	11.5
9	September	12.0
10	Oktober	12.1
11	November	12.2
12	Desember	12.3

(Sumber: <https://www.timeanddate.com/sun/indonesia/serang?month=1&year=2023>)

e. Menghitung evapotraspirasi koreksi

Berikut merupakan perhitungan evapotranspirasi koreksi pada bulan Januari.

$$\begin{aligned}ET_{p_{kor}} &= \frac{\sum_{\text{hari}}}{30} \times \frac{N}{12,1} \times ET_p \\ &= \frac{31}{30} \times \frac{12,3}{12,1} \times 139,397 \\ &= 145,887\end{aligned}$$

Perhitungan ET_p dan $ET_{p_{kor}}$ dilakukan seterusnya setiap bulan, dimana hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 5.11 Perhitungan Evapotranspirasi

No	Bulan	Suhu	i	Etp	Σ hari	N	ETpkor
1	Januari	27.07	12.90	139.397	31	12.3	145.887
2	Februari	27.02	12.86	138.274	28	12.2	129.867
3	Maret	27.37	13.11	145.332	31	12.1	149.888
4	April	27.69	13.35	152.028	30	12.1	152.028
5	Mei	27.81	13.44	154.659	31	11.5	151.856
6	Juni	27.26	13.04	143.226	30	11.5	135.666
7	Juli	26.99	12.84	137.694	31	11.5	134.959
8	Agustus	27.18	12.98	141.489	31	11.5	139.474
9	September	27.45	13.17	147.074	30	12.0	145.797
10	Oktober	23.95	10.71	86.674	31	12.1	89.835
11	November	27.79	13.42	154.260	30	12.2	155.913
12	Desember	27.26	13.04	143.197	31	12.3	150.144

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Hasil perhitungan evapotranspirasi koreksi (ETpkor) ini selanjutnya akan digunakan sebagai evapotranspirasi potensial (PET) pada perhitungan debit andalan menggunakan metode NRECA.

5.4 Analisis Debit Andalan

Debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Debit andalan ini dianalisis menggunakan metode NRECA. Metode NRECA adalah salah satu simulasi hujan debit yang dalam analisis nya menggunakan indeks kapasitas penyimpanan kelembaman tanah, laju pembuangan dari pembuangan air tanah, dan evapotranspirasi potensial. Model Nreca strukturnya dibagi menjadi dua tampungan, yaitu tampungan kelengasan (moisture storage) dan tampungan air tanah (*groundwater storage*). Prinsip kerja Model Nreca adalah debit aliran yang masuk berasal dari hujan yang turun di dalam daerah tangkapan air (DTA). Curah hujan yang digunakan pada analisis ini yaitu data curah hujan andalan 90% setiap bulan yang telah dihitung berdasarkan metode Log Pearson III yang tertera pada tabel 5.9 serta digunakan pula data curah hujan rata-rata tahunan dari tahun 2013 sampai 2022 untuk mencari nilai nominal, berikut merupakan data curah hujan rata-rata tahunan.

Tabel 5.12 Curah Hujan Tahunan

Curah Hujan Tahunan											
Tahun	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Rata-Rata
Jumlah Curah Hujan (mm)	1941.8	1439	1305.4	1774.7	1800.5	1367.1	1256.4	1262.5	1833.7	1718.6	1569.97

(Sumber : <https://banten.bps.go.id>)

Berikut merupakan beberapa kriteria yang digunakan dalam perhitungan debit andalan menggunakan NRECA.

- Curah hujan rata-rata tahunan (\bar{X} tahunan) = 1569,97 mm (tabel 5.14)
- $C = 0,2$ (curah hujan sepanjang tahun)
- Presentase runoff yang mengalir pada jalur subsurface (PSUB) = 0,6

Persyaratan :

PSUB = 0,5 (daerah tangkapan hujan normal)

$0,5 < PSUB \leq 0,9$ (daerah dengan akuifer permeable besar)

$0,3 \leq PSUB < 0,5$ (daerah dengan akuifer terbatas dan lapisan tanah tipis)

- Presentase air yang masuk menjadi aliran air tanah (iGWF) = 0,5

Persyaratan :

iGWF = 0,5 (daerah tangkapan hujan normal)

$0,5 < iGWF \leq 0,8$ (daerah dengan aliran menerus kecil)

$0,2 \leq iGWF < 0,5$ (daerah dengan aliran menerus yang dapat diandalkan)

Berikut merupakan perhitungan debit andalan menggunakan metode NRECA.

- Probabilitas terjadinya hujan andalan untuk urutan nomor 1 sebagai berikut :

$$P = \frac{m}{n + 1} \times 100\%$$

$$P = \frac{1}{10 + 1} \times 100\%$$

$$P = 9,091 \%$$

- Tampungan kelembaman atau *moisture storage* (W_o)

Tampungan kelembaman ini nilainya bergantung pada perubahan tampungan atau delta torage (DEM). Berikut merupakan uraian perhitungan pada bulan Januari.

$$W_o = HM \times N$$

$$N = 100 (\bar{X} \text{ tahunan} \times C)$$

$$C = 0,20 \text{ (hal. 50)}$$

$$\bar{X} \text{ tahunan} = 1569,97 \text{ mm (Tabel 5.14)}$$

Maka,

$$N = 100 + (\bar{X} \text{ tahunan} \times C)$$

$$= 100 + (1569,97 \times 0,20)$$

$$= 413,994$$

HM diambil nilai sebesar 125%, karena dimulai musim yang basah, maka nilai tampungan kelembaman adalah sebagai berikut :

$$W_o = 125\% \times 413,994 = 517,49$$

Persyaratan :

Estimasi sebesar 10% = jika dihitung dimulai dari musim yang kering

Estimasi sebesar 125% = jika dihitung dimulai dari musim yang basah

c. Rasio tampungan tanah atau *soil storage ratio* (f_o)

$$f_o = \frac{W_{on}}{N}$$

$$= \frac{517,49}{413,994}$$

$$= 1,25$$

d. Rasio curah hujan terhadap evapotranspirasi potensial (PET) (f_1)

$$f_1 = \frac{P}{PET}$$

$$= \frac{136,67}{145,887}$$

$$= 0,9369$$

e. Menentukan nilai rasio antara evapotranspirasi aktual terhadap evapotranspirasi potensial (PET) (f_2)

$$f_2 = \frac{f_o}{2} + \left(1 - \frac{f_o}{2}\right)$$

$$= \frac{1,25}{2} + \left(1 - \frac{1,25}{2}\right)$$

$$= 1$$

- f. Menentukan nilai evapotranspirasi aktual (AET)

$$\begin{aligned} \text{AET} &= f_2 \times \text{PET} \\ &= 1 \times 145,887 \\ &= 145,887 \text{ mm} \end{aligned}$$

- g. Menghitung keseimbangan air atau water balance (WB)

$$\begin{aligned} \text{WB} &= P - \text{AET} \\ &= 136,67 - 145,887 \\ &= -9,21 \text{ mm} \end{aligned}$$

- h. Menghitung rasio kelebihan tampungan kelembaban atau excess moisture storage ratio (f_3)

Jika nilai $\text{WB} < 0$, maka $f_3 = 0$

Jika nilai $\text{WB} > 0$, maka $f_3 = 1 - (0,5 \times (2 - f_0)^2)$

Karena nilai $\text{WB} = -9,21 < 0$

Maka, $f_3 = 0$

- i. Kelebihan kelembaban atau excess moisture (EM)

$$\begin{aligned} \text{EM} &= f_3 \times \text{WB} \\ &= 0 \times (-9,21) \\ &= 0 \text{ mm} \end{aligned}$$

- j. Perubahan tampungan atau delta storage (DEM)

$$\begin{aligned} \text{DEM} &= \text{WB} - \text{EM} \\ &= (-9,21) - 0 \\ &= -9,21 \text{ mm} \end{aligned}$$

- k. Pengisian air tanah atau recharge to groundwater (DGW)

$$\begin{aligned} \text{DGW} &= \text{PSUB} (\text{EM}) \\ &= 0,6 \times 0 \\ &= 0 \text{ mm} \end{aligned}$$

- l. Tampungan awal air tanah atau initial groundwater storage (GW_{n-1})

$$\begin{aligned} \text{GW}_{n-1} &= \text{GW}_n - \text{GWF} \\ &= 2 \text{ mm} \end{aligned}$$

- m. Tampungan akhir air tanah atau end groundwater storage (GW_n)

$$\text{GW}_n = \text{DGW} + \text{GW}_{n-1}$$

$$= 0 + 2$$

$$= 2$$

n. Aliran air tanah yang keluar atau groundwater discharge (GWF)

$$\text{GWF} = i\text{GWF}(\text{GWn})$$

$$= 0,5 \times 2$$

$$= 1 \text{ mm}$$

o. Limpasan permukaan langsung atau direct run-off (DRo)

$$\text{DRo} = \text{EM} - \text{DGW}$$

$$= 0 - 0$$

$$= 0 \text{ mm}$$

p. Limpasan total atau total run-off (Ro)

$$\text{Ro} = \text{DRo} + \text{GWF}$$

$$= 0 + 1$$

$$= 1 \text{ mm}$$

$$\text{DRS} = \frac{A \times \text{Ro} \times 10^{-3} \times 10^6}{\text{Hari} \times 24 \times 3600}$$

$$= \frac{1600,2 \times 1 \times 10^{-3} \times 10^6}{31 \times 24 \times 3600}$$

$$= 0,5974462 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Berikut hasil perhitungan debit andalan menggunakan metode NRECA setiap bulan ada pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.13 Debit Andalan menggunakan NRECA

Bulan	Hari	CH	PET	Wo	fo	f1	f2	AET	WB	f3	EM	DEM	DGW	GWn-1	GWn	GWF	Dro	Ro	DRS
		mm	mm	mm				mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Januari	31	136.67	145.887	517.49	1.25	0.9369	1	145.887	-9.21	0.00	0.00	-9.21	0.00	2.00	2.00	1.00	0.00	1.00	0.5974462
Februari	28	146.19	129.867	508.28	1.2277	1.1257	1	129.867	16.32	0.70	11.46	4.87	6.87	1.00	7.87	3.94	4.58	8.52	5.0898442
Maret	31	103.59	149.888	513.15	1.2395	0.6911	1	149.888	-46.30	0.00	0.00	-46.30	0.00	3.94	3.94	1.97	0.00	1.97	1.1760304
April	30	72.31	152.028	466.85	1.1277	0.4756	1	152.028	-79.72	0.00	0.00	-79.72	0.00	1.97	1.97	0.98	0.00	0.98	0.5880152
Mei	31	50.20	151.856	387.13	0.9351	0.3306	1	151.856	-101.65	0.00	0.00	-101.65	0.00	0.98	0.98	0.49	0.00	0.49	0.2940076
Juni	30	19.87	135.666	285.48	0.6896	0.1464	1	135.666	-115.80	0.00	0.00	-115.80	0.00	0.49	0.49	0.25	0.00	0.25	0.1470038
Juli	31	4.81	134.959	169.68	0.4099	0.0357	1	134.959	-130.15	0.00	0.00	-130.15	0.00	0.25	0.25	0.12	0.00	0.12	0.0735019
Agustus	31	1.14	139.474	39.53	0.0955	0.0082	1	139.474	-138.33	0.00	0.00	-138.33	0.00	0.12	0.12	0.06	0.00	0.06	0.0367509
September	30	0.33	145.797	-98.80	-0.239	0.0023	1	145.797	-145.46	0.00	0.00	-145.46	0.00	0.06	0.06	0.03	0.00	0.03	0.0183755
Oktober	31	4.65	89.835	-244.27	-0.59	0.0517	1	89.835	-85.19	0.00	0.00	-85.19	0.00	0.03	0.03	0.02	0.00	0.02	0.0091877
November	30	43.15	155.913	-329.46	-0.796	0.2768	1	155.913	-112.76	0.00	0.00	-112.76	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.0045939
Desember	31	137.82	150.144	-442.22	-1.068	0.9179	1	150.144	-12.33	0.00	0.00	-12.33	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.0022969

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

5.5 Ketersediaan Air dan Kapasitas Rain Water Harvesting System

Volume kapasitas air yang akan ditampung dapat ditentukan berdasarkan besarnya volume ketersediaan air yang tertangkap pada atap Gedung Fakultas Hukum. Air yang tertangkap pada catchment area yakni atap gedung selanjutnya akan mengalir

menuju talang ke bawah melalui pipa dan akan berakhir di bak penampung. Berikut merupakan tabel rincian perhitungan ketersediaan air untuk memperoleh besaran volume ground reservoir.

Tabel 5.14 Perhitungan Ketersediaan Air (*Supply*)

Bulan	CH	Luas Atap	Koef. Runoff	Supply	Kumulatif
Januari	136.67	1600.2	0.8	174.965	174.965
Februari	146.19	1600.2	0.8	187.148	362.113
Maret	103.59	1600.2	0.8	132.611	494.724
April	72.31	1600.2	0.8	92.566	587.290
Mei	50.20	1600.2	0.8	64.268	651.558
Juni	19.87	1600.2	0.8	25.431	676.989
Juli	4.81	1600.2	0.8	6.163	683.152
Agustus	1.14	1600.2	0.8	1.461	684.613
September	0.33	1600.2	0.8	0.426	685.039
Oktober	4.65	1600.2	0.8	5.947	690.987
November	43.15	1600.2	0.8	55.240	746.226
Desember	137.82	1600.2	0.8	176.427	922.654

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

Contoh perhitungan pada bulan Januari :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah hari} &= 31 \text{ hari} \\
 \text{Curah Hujan (M)} &= 136,67 \text{ mm} \\
 \text{Luas Atap (A)} &= 1600,2 \text{ m}^2 \\
 \text{Koefisien Runoff (C)} &= 0,8 \text{ (hal.23)} \\
 \text{Supply Air Hujan (S)} &= A \times M \times C \\
 &= (136,67/1000) \times 1600,2 \times 0,8 \\
 &= 174,965 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan kapasitas bak penampung (*rain water harvesting system*). Perhitungan kapasitas bak penampung dianalisis berdasarkan selisih maksimum antara akumulasi supply air hujan dan akumulasi demand air bersih per bulan (Darmadi, 2020). Berikut merupakan perhitungan selisih maksimum akumulasi nilai supply dan demand yaitu pada bulan Desember.

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Air Harian} &= 18,354 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan Air Bulanan (B)} &= \text{Kebutuhan Air Harian} \times T \\
 &= 18,354 \text{ m}^3 \times 31 \text{ hari} \\
 &= 568,974 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih supply \& kebutuhan} &= S - B \\ &= 174,965 \text{ m}^3 - 568,974 \text{ m}^3 \\ &= -394,009 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih Maksimum} &= \text{Selisih Supply dan Kebutuhan (Desember)} \\ &= -5776,56 \text{ m}^3 \approx -5777 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 5.15 Perhitungan Kapasitas Bak Penampung 100% kebutuhan

Bulan	Jumlah	Curah Hujan mm	Luas Atap m ²	Koef Runoff	Supply Air	Supply Air	Kebutuhan	Kebutuhan	Kebutuhan Air	Selisih	Kekurangan Air	Kelebihan Air
	hari				Hujan	Hujan Kum	Air Harian	Air Bulanan	Bulanan Kum			
					m ³	m ³	m ³	m ³	m ⁴	m ³	m ³	m ³
Jan	31	136.67	1600.2	0.8	174.97	174.97	18.35	568.97	568.97	-394.01	-394.01	-
Feb	28	146.19	1600.2	0.8	187.15	362.11	18.35	513.91	1082.89	-720.77	-720.77	-
Mar	31	103.59	1600.2	0.8	132.61	494.72	18.35	568.97	1651.86	-1157.14	-1157.14	-
Apr	30	72.31	1600.2	0.8	92.57	587.29	18.35	550.62	2202.48	-1615.19	-1615.19	-
May	31	50.20	1600.2	0.8	64.27	651.56	18.35	568.97	2771.45	-2119.90	-2119.90	-
Jun	30	19.87	1600.2	0.8	25.43	676.99	18.35	550.62	3322.07	-2645.09	-2645.09	-
Jul	31	4.81	1600.2	0.8	6.16	683.15	18.35	568.97	3891.05	-3207.90	-3207.90	-
Aug	31	1.14	1600.2	0.8	1.46	684.61	18.35	568.97	4460.02	-3775.41	-3775.41	-
Sep	30	0.33	1600.2	0.8	0.43	685.04	18.35	550.62	5010.64	-4325.60	-4325.60	-
Oct	31	4.65	1600.2	0.8	5.95	690.99	18.35	568.97	5579.62	-4888.63	-4888.63	-
Nov	30	43.15	1600.2	0.8	55.24	746.23	18.35	550.62	6130.24	-5384.01	-5384.01	-
Dec	31	137.82	1600.2	0.8	176.43	922.65	18.35	568.97	6699.21	-5776.56	-5776.56	-

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

Hasil perhitungan diatas kapasitas bak penampung berdasarkan kebutuhan air total menghasilkan kapasitas tanki sebesar 5776,556 m³. Melihat luasan lahan yang berada disekitaran gedung tidak mencukupi karena besarnya kapasitas bak penampung serta jumlah air baku supply tidak dapat menutupi kebutuhan (demand) tiap bulannya, maka analisis perhitungan dilakukan kembali untuk mengetahui kapasitas bak penampungan dan persentase kebutuhan air yang dapat ditutupi oleh sistem RWH, hasil analisis terdapat pada Tabel 5.17.

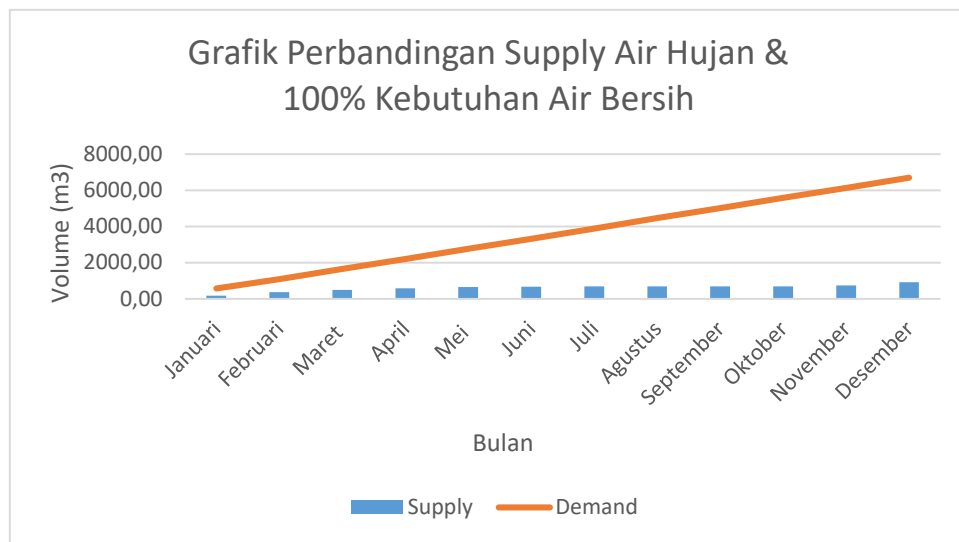
Tabel 5.16 Perhitungan Kapasitas Bak Penampung 12% kebutuhan

Bulan	Jumlah hari	Curah Hujan mm	Luas Atap m ²	Koef Runoff	Supply Air	Supply Air	Kebutuhan	Kebutuhan Air	Kebutuhan Air	Kebutuhan Air	Selisih	Kekurangan Air	Kelebihan Air
					Hujan	Hujan Kum	Air Harian	Bulanan 100%	Bulanan 12%	Bulanan Kum			
					m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
Jan	31	136.67	1600.2	0.8	174.97	174.97	18.35	568.974	68.28	68.28	106.69	-	106.69
Feb	28	146.19	1600.2	0.8	187.15	362.11	18.35	513.912	61.67	129.95	232.17	-	232.17
Mar	31	103.59	1600.2	0.8	132.61	494.72	18.35	568.974	68.28	198.22	296.50	-	296.50
Apr	30	72.31	1600.2	0.8	92.57	587.29	18.35	550.62	66.07	264.30	322.99	-	322.99
May	31	50.20	1600.2	0.8	64.27	651.56	18.35	568.974	68.28	332.57	318.98	-	318.98
Jun	30	19.87	1600.2	0.8	25.43	676.99	18.35	550.62	66.07	398.65	278.34	-	278.34
Jul	31	4.81	1600.2	0.8	6.16	683.15	18.35	568.974	68.28	466.93	216.23	-	216.23
Aug	31	1.14	1600.2	0.8	1.46	684.61	18.35	568.974	68.28	535.20	149.41	-	149.41
Sep	30	0.33	1600.2	0.8	0.43	685.04	18.35	550.62	66.07	601.28	83.76	-	83.76
Oct	31	4.65	1600.2	0.8	5.95	690.99	18.35	568.974	68.28	669.55	21.43	-	21.43
Nov	30	43.15	1600.2	0.8	55.24	746.23	18.35	550.62	66.07	735.63	10.60	-	10.60
Dec	31	137.82	1600.2	0.8	176.43	922.65	18.35	568.974	68.28	803.91	118.75	-	118.75

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

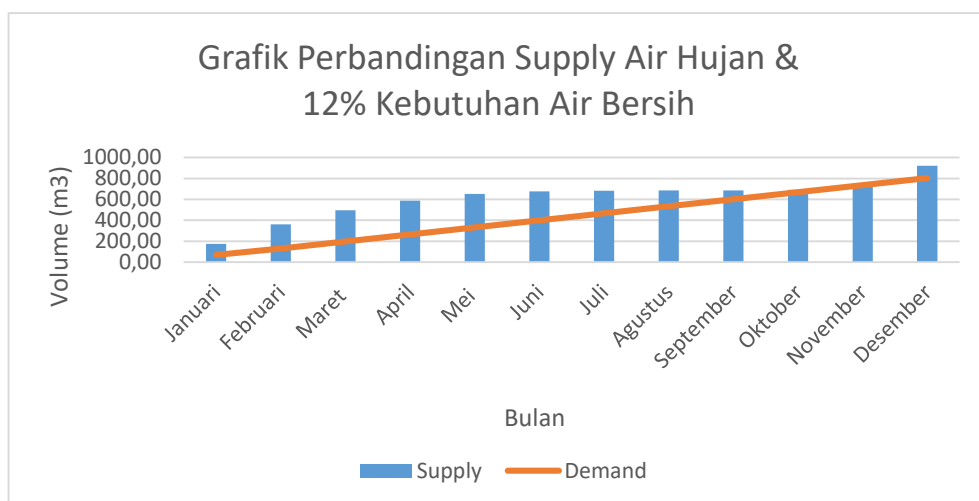
Hasil dari perhitungan yang sudah dilakukan kembali berdasarkan Annisa Inggarwani (2021) dicari persen dari kebutuhan air yang dapat terpenuhi oleh

supply air hujan, didapat kebutuhan air baku sebesar 12% dari 100% kebutuhan yang dapat mencakup ketersediaan air pada gedung Fakultas Hukum UNTIRTA Sindangsari didapatkan kapasitas bak penampung sebesar 322,99 m³ yang didapat dari selisih terbesar antara supply dan demand kumulatif. Adapun grafik perbandingan antara suplai dengan 100% kebutuhan dan suplai 12% kebutuhan.



Gambar 5.1 Grafik Perbandingan Supply Air Hujan & 100% Kebutuhan Air
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Dapat dilihat pada gambar 5.1 perbandingan grafik antara suplai dan kebutuhan air terdapat jengjang yang sangat besar diantara keduanya. Maka perhitungan dilakukan kembali dengan menggunakan kebutuhan air 12% dari kebutuhan total.



Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Supply Air Hujan & 12% Kebutuhan Air
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Grafik diatas menunjukkan grafik suplai air hujan melewati garis grafik kebutuhan air bulanan, dalam hal ini berarti suplai air hujan dapat memenuhi 12% kebutuhan air bulanan pada gedung Fakultas Hukum kampus UNTIRTA Sindangsari.

Meskipun pada penelitian kali ini penghematan air di Gedung Fakultas Hukum kampus UNTIRTA Sindangsari tidak dapat menutupi 100% kebutuhan air baku setidaknya dengan mengurangi penggunaan sebesar 12% diharapkan dapat menghemat penggunaan air tanah untuk keperluan sehari-hari.

5.6 Potensi Penghematan

Besarnya nilai penghematan dipengaruhi oleh besarnya curah hujan yang diestimasikan per bulannya. Perhitungan potensi penghematan ini dilakukan untuk mengetahui perkiraan persentase kebutuhan air yang dapat terpenuhi tiap bulannya. Semakin besar nilai curah hujan maka potensi penghematannya pun akan semakin besar. Berikut merupakan tabel hasil perhitungan potensi penghematan air bersih untuk Gedung Fakultas Hukum Untirta Sindangdari dengan pengaplikasian *rain water harvesting system*.

Tabel 5.17 Potensi Penghematan RWHS 12% Kebutuhan Air

Bulan	Curah Hujan	Luas Atap	Supply	Kebutuhan	Penghematan	Keterangan
	mm ³ /bulan	m ²	m ³	m ³	%	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(I)
Jan	136.67	1600.2	174.965	68.28	2.563	(b) = perhitungan tabel 5.15
Feb	146.19	1600.2	187.148	61.67	3.035	
Mar	103.59	1600.2	132.611	68.28	1.942	
Apr	72.31	1600.2	92.566	66.07	1.401	(d) & (e)= perhitungan tabel 5.18
May	50.20	1600.2	64.268	68.28	0.941	
Jun	19.87	1600.2	25.431	66.07	0.385	
Jul	4.81	1600.2	6.163	68.28	0.090	(f) = (d)/(e)
Aug	1.14	1600.2	1.461	68.28	0.021	
Sep	0.33	1600.2	0.426	66.07	0.006	
Oct	4.65	1600.2	5.947	68.28	0.087	
Nov	43.15	1600.2	55.240	66.07	0.836	
Dec	137.82	1600.2	176.427	68.28	2.584	

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Contoh Perhitungan pada Bulan Januari :

Bulan Januari

$$\begin{aligned}
\text{Curah hujan (M)} &= 136,67 \text{ mm} \\
\text{Luas atap (A)} &= 1600,2 \text{ m}^2 \\
\text{Koefisien runoff (C)} &= 0,8 \text{ (hal. 23)} \\
\text{Supply Air Hujan (S)} &= A \times M \times C \\
&= (136,67/1000) \times 1600,2 \times 0,8 \\
&= 174,965 \text{ m}^3 \\
\text{Kebutuhan air bulanan} &= 68,28 \text{ m}^3/\text{bulan} \\
\text{Penghematan} &= \text{supply} / \text{kebutuhan} \\
&= 174,965/68,28 \\
&= 2,563\%
\end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel rekapitulasi penghematan 12% kebutuhan air dari bulan Januari hingga Desember.

Tabel 5.18 Rekapitulasi Penghematan RWHS 12% Kebutuhan Air Setiap Bulan

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	\bar{X}
Penghematan (%)	2.563	3.035	1.942	1.401	0.941	0.385	0.090	0.021	0.006	0.087	0.836	2.584	1.158

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Dari hasil analisis didapat nilai penghematan rata-rata dari setiap bulan yaitu sebesar 1,158%.

5.7 Dimensi *Rain Water Harvesting System Tank*

Berdasarkan perhitungan kapasitas RWH menurut Darmadi (2020) diatas, didapatkan volume sebesar 322,99 m³ (hal. 55) dapat diterapkan pada Gedung Fakultas Hukum UNTIRTA Sindangsari sesuai dengan dimensi lahan yang tersedia. Lokasi bak penampung berada di bagian samping bangunan terdapat lahan kosong berupa lapangan dan terletak dibawah tanah. Lahan yang tersedia memiliki luas sebesar 1030,87 m² maka dapat digunakan untuk penempatan bak penampung sebesar 322,99 m³. Dalam perencanaan *ground reservoir* ini digunakan bahan utama sigma tank yang berbahan dasar plastik atau polypropylene, desain sigma tank berupa modular-modular berbentuk persegi empat yang pemukaannya divariasikan terdapat lubang-lubang. Spesifikasi *Sigma Tank* yang dipakai adalah penta (satu set berjumlah 5 Sigma Tank) yaitu adalah seperti gambar dibawah ini. Dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Ukuran Tanki Modular Sigma Tank

Ukuran Tanki Modul Sigma Tank VT 844				Isi Tanki
Modular (Units)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Volume (ltr)
Single (1)	390	782	410	125
Double (2)	390	782	820	250
Triple (3)	390	782	1230	375
Quad (4)	390	782	1640	500
Penta (5)	390	782	2050	625

(Sumber : Modul Teknologi Resapan Trisigma Tank)

Dimensi perhitungan sigma tank yang rencanakan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Volume (V)} &= 322,99 \text{ m}^3 \\ &= 322990 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$P \times L \times T \text{ (asumsi)} = 10 \text{ m} \times 6,4598 \text{ m} \times 5 \text{ m}$$

Jenis modular tanki yang akan direncanakan yaitu tanki jenis single (1) dengan kapasitas volume tanki sebesar 125 liter.

1. Jumlah kebutuhan sigma tank

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan sigma tank} &= \frac{\text{volume rencana}}{\text{volume tanki}} \\ &= \frac{322990}{125} \\ &= 2583,92 \text{ buah} \approx 2584 \text{ buah} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan luas lahan

$$\text{Luas lahan tersedia} = 1030,87 \text{ m}^2 \text{ (<https://earth.google.com/web/>)}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas 1 buah tanki ukuran single} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 0,782 \times 0,39 \\ &= 0,3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Total luasan sigma tank

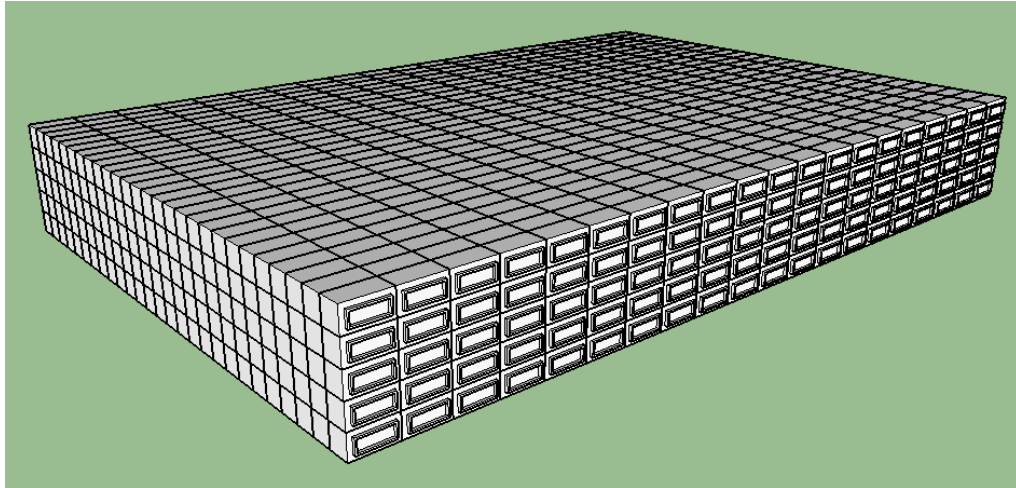
$$\begin{aligned} &= \text{jumlah kebutuhan} \times \text{volume standar sigma tank single} \\ &= 2584 \times 0,3 \text{ m}^2 \\ &= 775,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perletakan sigma tank direncanakan dengan dibagi menjadi lima tumpuk, sehingga untuk setiap tumpuk nya dibutuhkan sigma tank seperti berikut.

$$\text{Total kebutuhan sigma tank} = 2584 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Satu tumpuk sigma tank} &= 2584/5 \\ &= 516,8 \text{ buah} \approx 520 \text{ buah} \end{aligned}$$

Perletakan sigma tank direncanakan sebanyak 5 tumpuk dengan ukuran 20 buah x 26 buah tiap tumpuknya dengan total dimensi yaitu 15,64 m x 10,14 m x 2,05 m dan volume total sebesar 325,109 m³. Berikut merupakan gambaran perletakan sigma tank.



Gambar 5.3 Penggambaran Sigma Tank
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)



Gambar 5.4 Perletakan Sigma Tank pada Gedung Fakultas Hukum Untirta
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

5.8 Analisa Debit Banjir Rencana

Pada perhitungan ini dilakukan untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan akibat debit/luapan banjir dibutuhkan upaya pengendalian banjir pada perencanaan rainwater harvesting system ini. Sebelum melakukan perencanaan pengendalian banjir yang perlu dilakukan menghitung debit banjir terlebih dahulu dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum dalam 10 tahun periode 2013-2022 dan direncanakan menggunakan kala ulang 5 tahun. Berikut merupakan data curah hujan harian 10 tahun periode 2013 – 2022.

Tabel 5.20 Data Curah Hujan Harian 10 Tahun

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Max
2013	64	34.8	101	35.6	85	14	64	46	9	0	6	130	130
2014	44	37.5	48.1	12.8	48.6	22	61	9.2	16.4	20.4	37.8	29.5	61
2015	60.8	37.1	35.2	32	26	36.1	4.2	7.5	0.2	28.5	26.5	40.9	60.8
2016	33.8	89.6	44.6	27.7	54.2	33.8	37.5	30.2	40	45.8	49.8	44.1	89.6
2017	51.1	54.8	38	24.6	46	40	41.2	15.1	19.2	37.4	39.8	78.5	78.5
2018	40.4	25.4	68.8	57.4	17	59.5	3	0	13.5	37	39.2	29.8	68.8
2019	64.9	55.6	41	26.2	44.2	3.6	6	1	0	11.2	22.6	31.6	64.9
2020	66.6	48.4	54.4	48.2	53.2	17.4	15.5	24.3	8.8	16	39	94	94
2021	34.5	59.1	25.5	77.8	8.2	61.6	38	12.2	105.8	52.6	77.4	52.5	105.8
2022	28.8	20.5	180.4	99.8	46	26.5	26.7	40.6	19.6	68.5	40	36.5	180.4

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Selanjutnya dilakukan perhitungan analisis frekuensi data curah hujan menggunakan data curah hujan harian maksimal setiap tahun menggunakan Log Pearson III. Berikut merupakan tabel hasil analisis frekuensi menggunakan distribusi Log Pearson III.

Tabel 5.21 Perhitungan Distribusi Log *Pearson* III

No.	Tahun	Curah Hujan (mm)	Log Xi	(LogXi-LogX)	(LogXi-LogX) ²	(LogXi-LogX) ³	(LogXi-LogX) ⁴
1	2013	130	2.11	0.171	0.02908	0.004960	0.00084586
2	2014	61	1.79	-0.158	0.02499	-0.003950	0.00062437
3	2015	61	1.78	-0.160	0.02544	-0.004058	0.00064721
4	2016	90	1.95	0.009	0.00008	0.000001	0.00000001
5	2017	79	1.89	-0.049	0.00236	-0.000114	0.00000555
6	2018	69	1.84	-0.106	0.01120	-0.001185	0.00012537
7	2019	65	1.81	-0.131	0.01720	-0.002256	0.00029593
8	2020	94	1.97	0.030	0.00088	0.000026	0.00000078
9	2021	106	2.02	0.081	0.00657	0.000533	0.00004322
10	2022	180	2.26	0.313	0.09786	0.030615	0.00957743
Jumlah		933.8	19.43	0.00	0.22	0.025	0.012166

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

- a. Perhitungan Nilai Rata-rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{933,8}{10} = 93,38$$

$$\text{Log}\bar{X} = 1,943$$

- b. Perhitungan Simpangan Baku (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,22}{10-1}} = 0,1548$$

- c. Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sd}{\log \bar{X}} = \frac{0,1548}{1,943} = 0,079654$$

- d. Perhitungan Koefisien *Skewness* (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} = \frac{10(0,025)^3}{(10-1)(10-2)0,1548^3} = 0,920016$$

- e. Perhitungan Koefisien *Kurtosis* (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (\log X_i - \log \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} = \frac{10^2(0,012166)^4}{(10-1)(10-2)(10-3)0,1548^4} = 4,203599$$

Selanjutnya dilakukan uji kecocokan data yang dilakukan untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan dan mewakili distribusi frekuensi tersebut, terdapat dua jenis pengujian parameter yaitu *chi* kuadrat dan *smirnov kormogorof*.

- a. Metode Chi Kuadrat

Berikut merupakan tahapan analisis uji kecocokan data analisis debit banjir dengan metode chi kuadrat.

- 1) Mengurutkan data dari besar ke kecil

Tabel 5.22 Pengurutan Data Hujan dari Besar ke Kecil

No	Xi (mm)	Urut
1	130	180
2	61	130
3	61	106
4	90	94
5	79	90
6	69	79
7	65	69
8	94	65
9	106	61
10	180	61

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

2) Menghitung jumlah kelas

$$\begin{aligned} \text{Jumlah data (n)} &= 10 \\ \text{Kelas distribusi (K)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 1 + 3,3 \log 10 \\ &= 4,3 \approx 5 \text{ kelas} \end{aligned}$$

3) Menghitung derajat kebebasan (DK) dan X^2_{cr}

$$\begin{aligned} \text{Parameter (p)} &= 2 \\ \text{Derajat Kebebasan (DK)} &= K - (p + 1) = 5 - (2 + 1) = 5 - (2 + 1) = 2 \end{aligned}$$

Nilai X^2_{cr} dengan jumlah data (n) = 10, $\alpha = 5\%$ dan DK = 2, adalah 5,991

4) Menghitung kelas distribusi

Kelas distribusi = $1/5 \times 100\% = 20\%$, interval distribusi adalah 20%, 40%, 60%, 80%, 90%.

$$P_{(x)} = 20\%, \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ tahun}$$

$$P_{(x)} = 40\%, \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,40} = 2,5 \text{ tahun}$$

$$P_{(x)} = 60\%, \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,60} = 1,67 \text{ tahun}$$

$$P_{(x)} = 80\%, \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,80} = 1,25 \text{ tahun}$$

$$P_{(x)} = 90\%, \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,90} = 1,11 \text{ tahun}$$

Syarat P adalah jika $P > 0,5$ maka $(1 - P)$ sedangkan jika $P < 0,5$ maka nilai P tetap sama.

$$P_{20\%} = 0,2 < 0,5 = 0,2$$

$$P_{40\%} = 0,4 < 0,5 = 0,4$$

$$P_{60\%} = 0,6 > 0,5 = 0,4$$

$$P_{80\%} = 0,8 > 0,5 = 0,2$$

$$P_{90\%} = 0,9 > 0,5 = 0,1$$

5) Menghitung interval kelas distribusi Log Pearson III

$$W_{90} = \left(\ln \left(\frac{1}{p^2} \right) \right)^{0,5}$$

$$W_{90} = \left(\ln \left(\frac{1}{(-0,1)^2} \right) \right)^{0,5}$$

$$W_{90} = 2,15$$

$$z = w - \frac{2,515517 + 0,802853 w + 0,010328 w^2}{1 + 1,432788 + 0,189269 w^2 + 0,001308 w^3}$$

$$= 2,15 - \frac{2,515517 + 0,802853 \cdot 2,15 + 0,010328 \cdot 2,15^2}{1 + 1,432788 + 0,189269 \cdot 2,15^2 + 0,001308 \cdot 2,15^3}$$

$$= 1,28 \text{ menjadi } -1,28 \text{ karena } P > 0,5$$

$$k = \frac{Cs}{6}$$

$$= \frac{0,92002}{6}$$

$$= 0,153$$

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3} (z^3 - 6z) - (z^2 - 1) k^3 + zk^4 - \frac{1}{3} k^5$$

$$\begin{aligned}
&= -1,28 + (1,28^2 - 1)(0,153) + \frac{1}{3} (-1,28^3 - \\
&6(-1,28)) - (-1,28^2 - 1) (-0,22^3) + \\
&(-0,128)(0,153^4) \frac{1}{3} (0,153)^5 \\
&= -1,3907
\end{aligned}$$

$$\text{Log } \bar{X} = 1,943 \text{ (hal. 61)}$$

$$\text{SLog} = 0,1548 \text{ (hal. 61)}$$

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + (K_T \times \text{SLog})$$

$$= 1,943 + (-1,3907 \times 0,1548)$$

$$= 1,728125$$

$$X_T = 10^{\text{Log} X_T}$$

$$= 10^{1,728125}$$

$$= 53,4718$$

Perhitungan demikian dilakukan seterusnya setiap periode ulang tahun yang tertera pada tabel berikut.

Tabel 5.23 Nilai p, w, z, k, KT dan XT Distribusi Log Person III

No	p	Periode Ulang	p _{calc}	w	z	z _{calc}	k	KT	Log X	SLogX	LogXT	XT (mm)
1	0.9	1.11	-0.1	2.15	1.28	-1.28	0.153	-1.390688	1.943	0.1548002	1.7281249	53.471812
2	0.8	1.25	-0.2	1.79	0.84	-0.84	0.153	-0.955673	1.943	0.1548002	1.7954654	62.440361
3	0.6	1.67	-0.4	1.35	0.25	-0.25	0.153	-0.387634	1.943	0.1548002	1.8833979	76.453599
4	0.4	2.50	0.4	1.35	0.25	0.25	0.153	0.0949781	1.943	0.1548002	1.9581064	90.804294
5	0.2	5.00	0.2	1.79	0.84	0.84	0.153	0.6583728	1.943	0.1548002	2.04532	110.99924

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Pembagian interval kelas dilakukan berdasarkan nilai XT, dimana kelas pertama di ambil dari XT terbesar ke 2 seperti pada Tabel 5.23, terdapat pada periode ulang 2,5 tahun, selanjutnya tertera pada Tabel 5.24 berikut.

Tabel 5.24 Perhitungan X^2 untuk Log Person III

Kelas	Interval		Ef	Of	Ef-Of	$(Ef-Of)^2/Ef$
1		<	62.440361	2	2	0
2	62.44036	-	76.453599	2	2	0
3	76.4536	-	90.804294	2	2	0
4	90.80429	-	110.99924	2	2	0
5		>	110.99924	2	2	0
Jumlah				10	10	0

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Dapat dilihat pada Tabel 5.25 diatas untuk nilai X^2 sebesar $0 < 5,991$ (hal 63) maka distribusi Log Person III dapat diterima. Berikut merupakan hasil analisis curah hujan.

Tabel 5.25 Curah Hujan Analisis Debit Banjir

No	Periode Ulang	XT (mm)
1	1.11	53.47
2	1.25	62.44
3	1.67	76.45
4	2.5	90.80
5	5	111.00

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Setelah mendapat hasil perhitungan curah hujan untuk analisis debit banjir dengan kala ulang yang direncanakan yaitu 5 tahun sebesar 111,00 mm, selanjutnya dilakukan perhitungan analisis debit banjir seperti berikut.

- a. Menentukan panjang diagonal atap (L_0)

$$\begin{aligned}
 L_0 &= \sqrt{\text{panjang atap}^2 + \text{lebar atap}^2} \\
 &= \sqrt{63^2 + 25,4^2} = 67,93 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- b. Menentukan slope atap (S_0)

$$\begin{aligned}
 S_0 &= \frac{\text{Elev A} - \text{Elev B}}{L} \\
 &= \frac{16,96 - 16,95}{67,93} = 0,0147
 \end{aligned}$$

- c. T_c

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \\
 &= \left(\frac{0,87 \times 67,93^2}{1000 \times 0,0147} \right)^{0,385} \\
 &= 8,669 \text{ menit} = 0,1445 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. I} &= \frac{R_{24}}{24} \times \frac{24^m}{tc} \\
 &= \frac{111}{24} \times \left(\frac{24}{0,1445} \right)^{2/3} \\
 &= 139,746 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapat intensitas hujan sebesar 139,746 mm/jam, yang selanjutnya digunakan untuk mencari debit banjir rencana.

$$\begin{aligned}
 Q &= C \times I \times A \\
 &= 2,7 \cdot 10^{-7} \times 0,8 \times 139,746 \times 1600,2 \\
 &= 0,0483 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapat nilai debit banjir rencana yaitu 0,0483 m³/s, dimana debit banjir yang melimpas merupakan debit dengan kondisi tanki dalam keadaan penuh air. Nilai debit rencana selanjutnya digunakan untuk perhitungan analisis infiltrasi.

5.9 Analisis Dimensi Pipa Saluran *Inflow* dan *outflow Sigma Tank*

Pipa yang digunakan sebagai saluran yang mendistribusikan air dari bak penampungan menuju tank untuk digunakan kebutuhan sehari-hari membutuhkan perhitungan dimensi, panjang dan penentuan jenis bahan pipa. Untuk mempermudah perhitungan dilakukan menggunakan bantuan software EPANET 2.0. Berikut tabel ukuran pipa beserta spesifikasi bahan..

Tabel 5.26 Ukuran pipa

No	Kode Pipa	D (mm)	L (m)	Elevasi Titik (m)		Bermuara pada pipa	Siku	Bahan
				Hulu	Hilir			
1	PIPA 1	150	17.95	17.95	0	TANK	1	Galvanis
2	PIPA 2	19,05	4	0	4	PIPA 3	1	PVC
3	PIPA 3	19,05	5	4	9.5	PIPA 4	1	PVC
4	PIPA 4	19,05	4	9.5	13.5	PIPA 5	1	PVC
5	PIPA 5	19,05	4	13.5	17.5	PIPA 6	1	PVC

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

a. Pipa

Dimensi pipa tegak dan datar dalam perencanaannya semakin besar luasan atap, dimensi pipa juga akan semakin besar karena beban air hujan yang harus di alirkan juga semakin besar. Untuk penentuan dimensinya menggunakan

bantuan software EPANET, berikut urutan permodelan aliran saluran tertutup (pipa).

1. Penentuan *Roughness Coefficients* dan *Loss Coefficient*

Pipa yang digunakan pada aliran yang berasal dari atap Gedung Fakultas Hukum Sindangsari UNTIRTA berjenis plastik dan Galvanis maka untuk penentuan koefisien roughnessnya yang mengacu pada Tabel 5.19 dibawah.

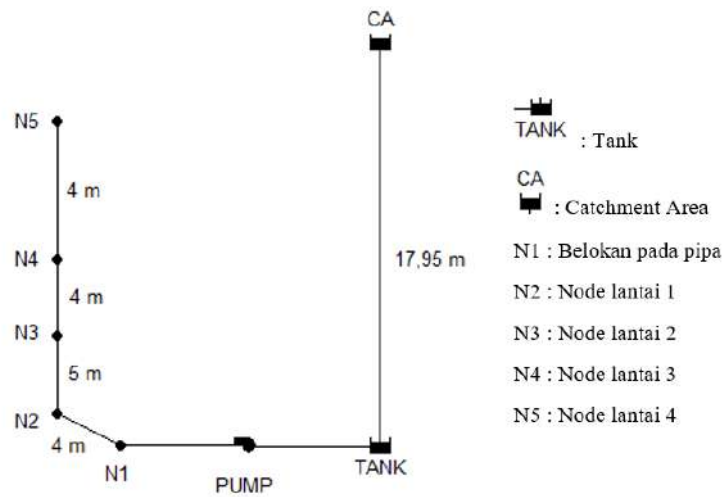
Tabel 5.27 Koefisien Kekasaran

Material	<i>Hazen Williams (unitless)</i>	<i>Darcy Weisbach (unitless)</i>	<i>Manning's (unitless)</i>
Cast Iron	130 - 140	0,85	0,012 - 0,015
Concrete or Concrete Lined	120 - 140	1,0 - 10	0,012 - 0,017
Galvanized Iron	120	0,5	0,015 - 0,017
Plastic	140 - 150	0,005	0,011 - 0,015
Steel	140 - 150	0,015	0,015 - 0,017
Vitrified Clay	110		0,013 - 0,015
Rivited steel		3,0 - 30	
Wood stave	120	0,6 - 3	
Drawn Brass or Copper Tubing		0,005	
Commercial steel or wrought iron		0,15	
A sphalted cast iron		0,4	
Extremmely smooth and straight pipes	140		
Old cast iron	100		
Very old and corroded cast iron	80		

(Sumber : Jack B. Evett et al, 1987)

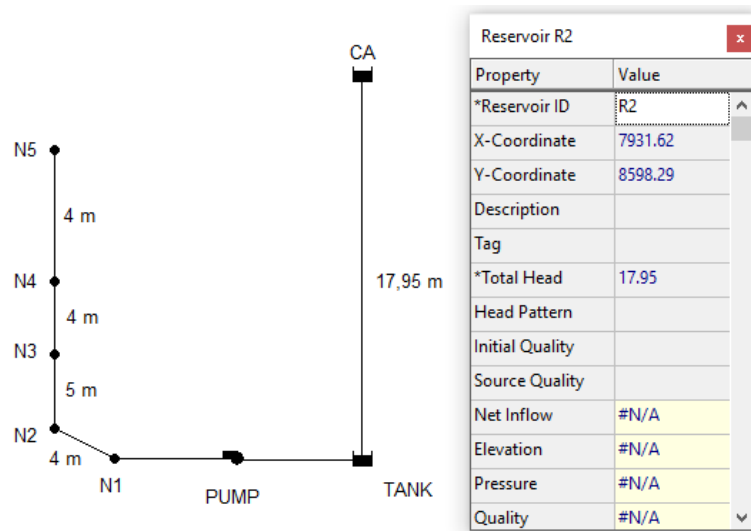
Dengan menggunakan persamaan *Darcy Weisbach* untuk jenis pipa PVC didapat nilai *Roughness Coefficient* sebesar 0,005, sedangkan untuk jenis pipa galvanis didapat nilai *Roughness Coefficient* sebesar 0,5; serta *Loss Coefficient* yang digunakan yaitu sebesar 0,9 sesuai dengan ketentuan dimana menggunakan *short-radius elbow*.

2. Membuat permodelan jaringan pipa, berikut gambar permodelan jaringan pipa dari 1 *catchment area* yang alirannya menuju *rainwater harvesting system* dan menuju node masing-masing lantai.



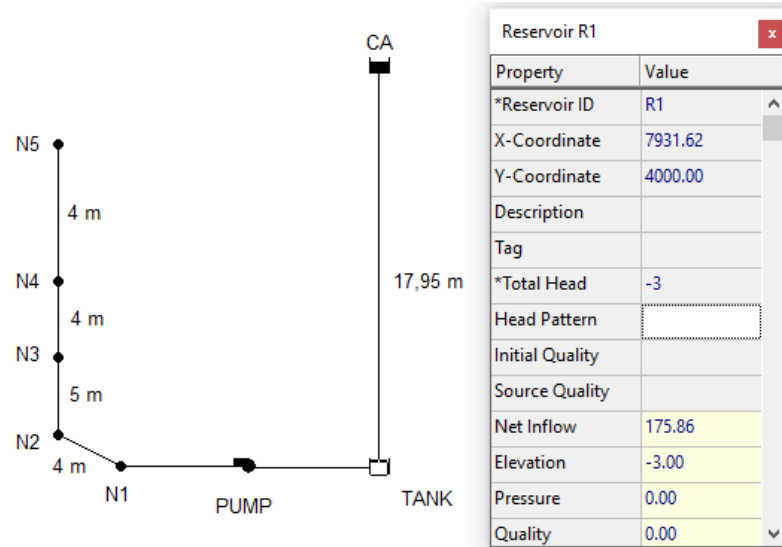
Gambar 5.5 Permodelan Jaringan Pipa

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)



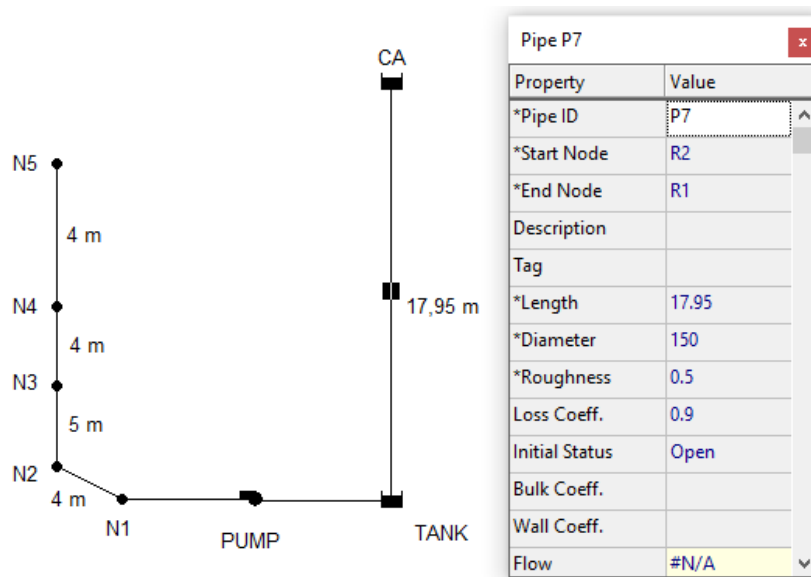
Gambar 5.6 Input *Total Head* pada *Catchment Area*

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)



Gambar 5.7 Input *Total Head* pada Tank

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)



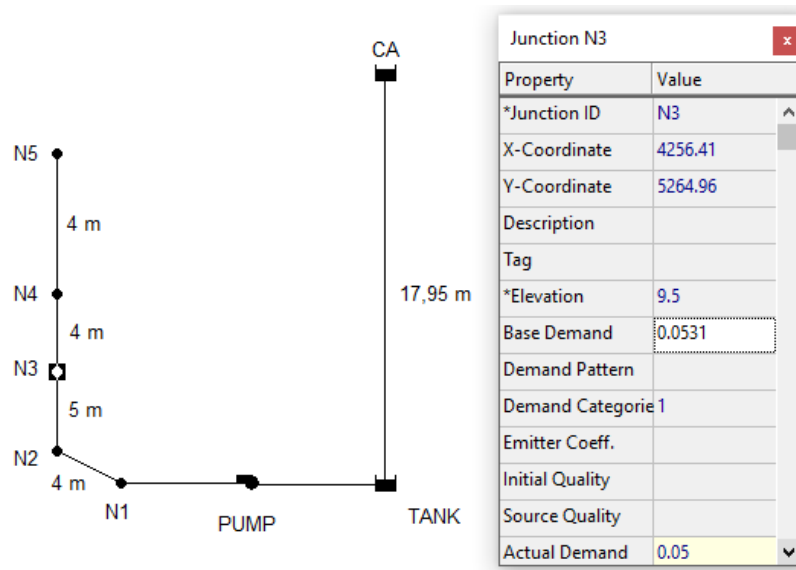
Gambar 5.8 Input *Material Pipe*

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Untuk kebutuhan air node tiap lantai didapat dari jumlah kebutuhan air harian dibagi dengan jumlah lantai. Berikut merupakan perhitungan kebutuhan (*base demand*) air tiap lantai.

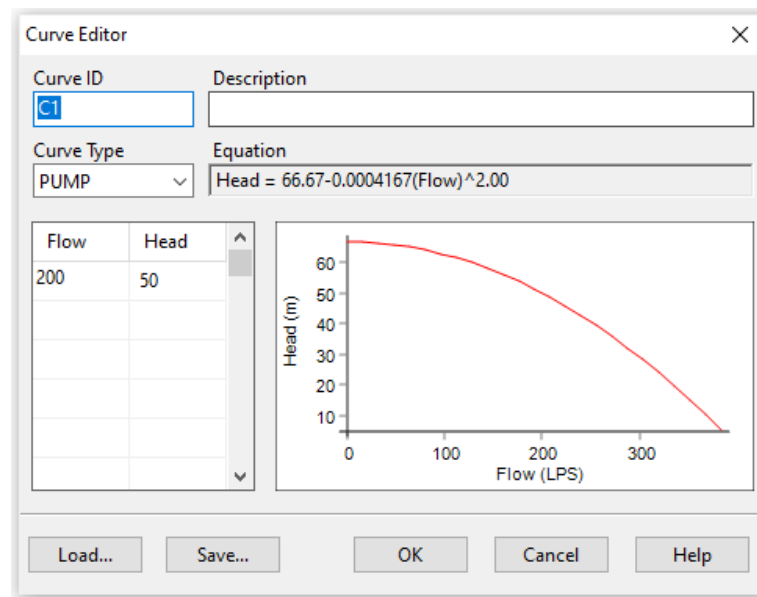
$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan harian} &= 18,35 \text{ m}^3 / \text{hari} \\ &= 0,2124 \text{ liter/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan tiap lantai} &= 0,2124 / 4 \\ &= 0,0531 \text{ liter/s} \end{aligned}$$



Gambar 5.9 Input Elevation dan Base Demand Junction N3

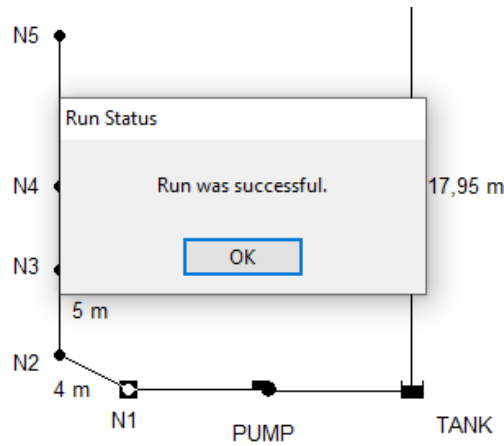
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)



Gambar 5.10 Input Curve pada Pompa

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Gambar diatas melihat spesifikasi material, koefisien serta lainnya sesuai kebutuhan bagian bagian dari permodelannya. Setelah melewati proses penginputan data pada seluruh komponen permodelan maka dapat dilanjut proses *run analysis*, seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 5.11 *Run Analysis*
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Ada beberapa syarat yang harus diperhatikan dalam tahap analisis diantaranya yaitu

- a. Kecepatan aliran pada pipa

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Reaction Rate mg/L/d	Quality	Status
Pipe P3	0.21	0.75	49.27	0.033	0.00	0.00	Open
Pipe P4	0.16	0.56	28.84	0.035	0.00	0.00	Open
Pipe P5	0.11	0.37	14.48	0.039	0.00	0.00	Open
Pipe P6	0.05	0.19	3.98	0.043	0.00	0.00	Open
Pipe P7	176.08	9.96	1167.13	0.035	0.00	0.00	Open
Pump PUMP1	0.21	0.00	-66.67	0.000	0.00	0.00	Open

Gambar 5.12 Kecepatan Pipa
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Dari hasil simulasi dengan program epanet versi 2.0 diperoleh hasil kecepatan aliran (*Velocity*) paling rendah 0,19 m/s dan paling besar 9,96 m/s.

- b. Tekanan pada junction atau node

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Junc N1	0.00	63.67	66.67	0.00
Junc N2	0.05	63.47	58.97	0.00
Junc N3	0.05	63.33	53.83	0.00
Junc N4	0.05	63.27	49.77	0.00
Junc N5	0.05	63.25	45.75	0.00
Resvr R1	175.86	-3.00	0.00	0.00
Resvr R2	-176.08	17.95	0.00	0.00

Gambar 5.13 Tekanan pada *Junction*
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Tekanan pada junction memiliki syarat < 700 kPa atau $< 71,38$ m, pada gambar memperlihatkan tekanan tertinggi pada permodelan terdapat pada *junction* N1 sebesar $66,67$ m $< 71,38$ m, artinya maka tekanan yang terjadi pada setiap *junction* dapat diterima.

5.10 Infiltrasi Green-Ampt

Pembuatan sumur resapan pada penelitian ini bertujuan untuk menampung luapan debit banjir dikarenakan intensitas curah hujan sangat tinggi dapat memenuhi bahkan melebihi kapasitas *rainwater harvesting*, ketika permukaan air melebihi kapasitas maka sumur resapan ini akan menampung dan menyerap limpasan air yang berasal dari *rainwater harvesting* kedalam tanah, tentu hal ini dapat mengurangi resiko terjadinya banjir sekaligus mempertahankan dan meningkatkan tinggi permukaan air tanah. Analisis infiltrasi akan dilakukan menggunakan metode teori infiltrasi *Green-Ampt*. Teori infiltrasi *Green-Ampt* adalah teori infiltrasi yang digunakan untuk melakukan analisis volume limpasan dengan melakukan oendugaan kapasitas dan laju infiltrasi. Sebelum memperhitungkan nilai infiltrasi perlu diketahui nilai *incremental* yang didapat berdasarkan nilai intensitas yang diubah ke hujan jam jaman menggunakan teori kurva ABM. Kurva ABM (*Alternating Block Method*) adalah metode yang digunakan untuk menurunkan kurva IDF menjadi *hyetograph*. Perhitungan intensitas perlu dilakukan sebelum menghitung infiltrasi untuk durasi waktu yang direncanakan menggunakan teori intensitas mononobe, analisis direncanakan dalam jangka waktu 6 jam yang dibagi per 10 menit. Berikut merupakan contoh perhitungan kurva ABM untuk durasi waktu 10 menit.

$$\begin{aligned}
 X_{24} \text{ (curah hujan)} &= 111,00 \text{ mm (hal. 66)} \\
 \text{Durasi (t)} &= 10 \text{ menit} = 0,166667 \text{ jam} \\
 I &= \frac{R_{24}}{24} \times \frac{24^m}{t} \\
 &= \frac{111}{24} \times \left(\frac{24}{0,166667} \right)^{2/3} \\
 &= 127,063 \text{ mm/jam} \\
 \text{Incremental} &= \frac{I}{60} \times T
 \end{aligned}$$

$$= \frac{127,063}{60} \times 10$$

$$= 21,177 \text{ mm}$$

Cummulative depth = 21,177 mm

Incremental depth = 21,177 mm

Kajian distribusi hujan menggunakan metode ABM (*Alternating Block Method*) untuk membuat tampilan hyetograf berdasarkan kurva IDF. Pola pertambahan hujan (dalam blok) diurutkan berdasarkan seri waktu dengan intensitas hujan maksimum yang berada di tengah durasi hujan T_d , sedangkan blok sisanya kembali disusun berdasarkan urutan menurun bolak balik di sisi kanan dan kiri blok tengah. Berikut merupakan tabel hasil perhitungan analisis kurva ABM.

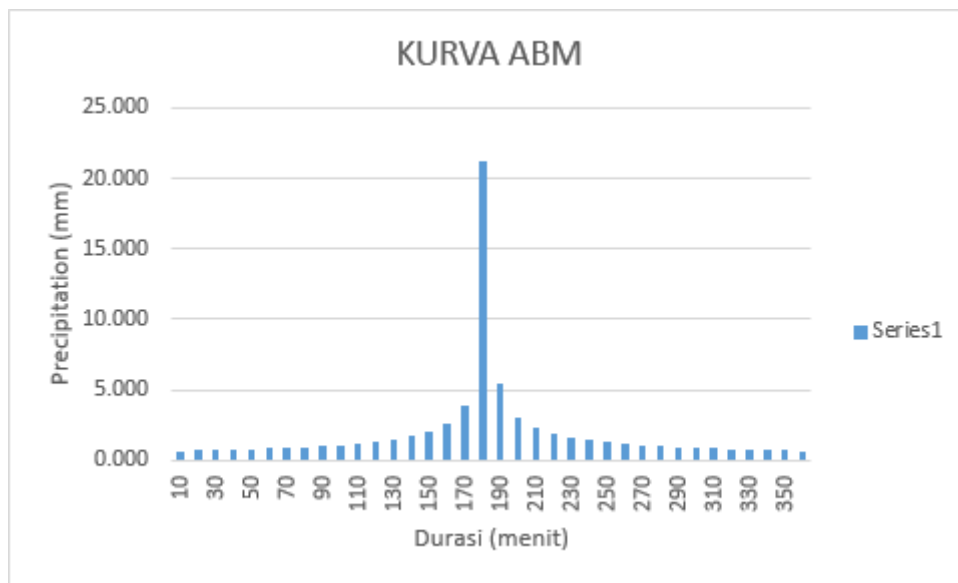
Tabel 5.28 Hasil Perhitungan Kurva ABM

T (min)	I	Cumulative Depth	Incremental	Incremental Depth	Time	Precipitation
	mm/jam	(mm)	(mm)	(mm)	min	(mm)
10	127.063	21.177	21.177	21.177	0 - 10	0.666
20	80.045	26.682	26.682	5.504	Oct-20	0.693
30	61.086	30.543	30.543	3.861	20 - 30	0.723
40	50.425	33.617	33.617	3.074	30 - 40	0.757
50	43.455	36.213	36.213	2.596	40 - 50	0.794
60	38.482	38.482	38.482	2.269	50 - 60	0.837
70	34.723	40.511	40.511	2.029	60 - 70	0.886
80	31.766	42.354	42.354	1.844	70 - 80	0.943
90	29.367	44.050	44.050	1.696	80 - 90	1.009
100	27.375	45.625	45.625	1.575	90 - 100	1.089
110	25.690	47.098	47.098	1.473	100 - 110	1.187
120	24.242	48.484	48.484	1.386	110 - 120	1.311
130	22.982	49.795	49.795	1.311	120 - 130	1.473
140	21.874	51.040	51.040	1.245	130 - 140	1.696
150	20.891	52.227	52.227	1.187	140 - 150	2.029
160	20.011	53.363	53.363	1.136	150 - 160	2.596
170	19.219	54.453	54.453	1.089	160 - 170	3.861
180	18.500	55.500	55.500	1.047	170 - 180	21.177
190	17.845	56.509	56.509	1.009	180 - 190	5.504
200	17.245	57.484	57.484	0.974	190 - 200	3.074
210	16.693	58.426	58.426	0.943	200 - 210	2.269
220	16.183	59.339	59.339	0.913	210 - 220	1.844

230	15.711	60.225	60.225	0.886	220 - 230	1.575
240	15.271	61.086	61.086	0.860	230 - 240	1.386
250	14.861	61.923	61.923	0.837	240 - 250	1.245
260	14.478	62.737	62.737	0.815	250 - 260	1.136
270	14.118	63.532	63.532	0.794	260 - 270	1.047
280	13.780	64.306	64.306	0.775	270 - 280	0.974
290	13.461	65.063	65.063	0.757	280 - 290	0.913
300	13.161	65.803	65.803	0.739	290 - 300	0.860
310	12.876	66.526	66.526	0.723	300 - 310	0.815
320	12.606	67.233	67.233	0.708	310 - 320	0.775
330	12.350	67.927	67.927	0.693	320 - 330	0.739
340	12.107	68.606	68.606	0.679	330 - 340	0.708
350	11.875	69.272	69.272	0.666	340 - 350	0.679
360	11.654	69.926	69.926	0.654	350 - 360	0.654

(sumber : Analisis Pribadi, 2023)

Berikut merupakan kurva dari hasil perhitungan kurva ABM.



Gambar 5.14 Kurva ABM
(sumber : Analisis Pribadi, 2023)

Selanjutnya dilakukan perhitungan infiltrasi menggunakan teori infiltrasi *green-ampt* seperti yang tertera pada halaman 25. Sebelum menghitung model infiltrasi *Green-ampt* terlebih dahulu harus menentukan *range* nilai dari parameter tanah yang akan dijadikan lokasi penempatan tanki. Tiap tanah memiliki nilai yang berbeda-beda tergantung jenisnya, berikut adalah nilai dari tiap parameter dengan jenis tanah lempung.

Tabel 5.29 Parameter Tanah Lempung

Jenis Tanah	Porosity (n)	Effective Porosity (θ_e)	Effective Saturation (S_e)	Suction Head	Hydraulic Conductivity K (cm/hr)
Clay (Lempung)	0,475	0,385	0,155	31,63	0,03

(sumber : Chow et al, 1988)

Kemudian untuk mencari nilai $\Delta\theta$ menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Delta\theta &= (1 - S_e) \times \theta_e \\ &= (1 - 0,155) \times 0,385 \\ &= 0,325\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Hydraulic Conductivity (K)} &= 0,03 \text{ cm/jam} \\ &= 0,03 \frac{\text{cm}}{\text{jam}} \times \frac{10 \text{ mm}}{1 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ jam}}{60 \text{ menit}} \\ &= 0,03 \times \frac{10 \text{ mm}}{60 \text{ menit}} \\ &= 0,005 \text{ mm/menit}\end{aligned}$$

Setelah mencari nilai $\Delta\theta$ selanjutnya adalah mencari nilai infiltrasi kumulatif untuk selang waktu 10 menit sebagai berikut:

a. Infiltrasi kumulatif (*infiltration cumulative*)

$$\begin{aligned}F(t) &= \psi\Delta\theta \ln\left(1 + \frac{F(t)}{\psi\Delta\theta}\right) + Kt \\ &= \psi\Delta\theta \ln\left(1 + \frac{F(t)}{\psi\Delta\theta}\right) + Kt \\ &= 31,63 \times 0,325 \times \ln\left(1 + \frac{F(t)}{31,63 \times 0,325}\right) + 0,005 \times 10\end{aligned}$$

$$F(t) = 10,28 \times \ln\left(1 + \frac{F(t)}{10,28}\right) + 0,05$$

Untuk nilai $F(t)$ diasumsikan agar kedua sisi memiliki nilai yang sama, untuk asumsi $F(t)$ yang digunakan adalah perkalian antara *Hydraulic Conductivity* dengan selang waktu, dengan nilai *Hydraulic Conductivity* sebesar 0,005 dan selang waktu 10 menit maka nilai $F(t)$ diasumsikan sebesar 0,05.

$$0,05 = 10,28 \times \ln\left(1 + \frac{0,05}{10,28}\right) + 0,05$$

$$0,05 = 0,5066$$

$$\text{Selisih} = 0,05 - 0,5066 = -0,456 \text{ mm}$$

Karena nilai kedua sisi tidak sama maka dilakukan analisis *goal seek* untuk mencari nilai selisih menjadi 0 dan kedua sisi memiliki nilai yang sama yang dilakukan dengan mengubah nilai F(t) asumsi. Didapat nilai F(t) sebesar 0,5575.

b. Laju infiltrasi (*infiltration rate*)

$$\begin{aligned}
 f &= K \left[1 + \frac{\psi \cdot \Delta\theta}{F(t)} \right] \\
 &= 0,005 \left[1 + \frac{31,63 \cdot 0,325}{0,5575} \right] \\
 &= 0,58 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel hasil analisis infiltrasi *green-ampt* selama durasi waktu hujan 6 jam atau 360 menit.

Tabel 5.30 Hasil Analisis Infiltrasi *Green-ampt*

Time (min)	Rainfall			Infiltration		Excess Rainfall	
	Incremental	Cumulative	Intensity	Rate	Cumulative	Cumulative	Incremental
	mm	mm	mm/menit	mm/menit	mm	mm	mm
0		0	0		0		
10	0.67	0.67	0.067	0.5832	0.5575		
20	0.69	1.36	0.068	0.1352	2.9327		
30	0.72	2.08	0.069	0.1351	2.9331		
40	0.76	2.84	0.071	0.1352	2.9327		
50	0.79	3.63	0.073	0.1351	2.9333		
60	0.84	4.47	0.075	0.1351	2.9330		
70	0.89	5.36	0.077	0.1352	2.9328		
80	0.94	6.30	0.079	0.1352	2.9326		
90	1.01	7.31	0.081	0.1351	2.9333		
100	1.09	8.40	0.084	0.1351	2.9331		
110	1.19	9.58	0.087	0.1351	2.9329		
120	1.31	10.90	0.091	0.1352	2.9328		
130	1.47	12.37	0.095	0.1352	2.9327		
140	1.70	14.06	0.100	0.1352	2.9326		
150	2.03	16.09	0.107	0.1351	2.9332		
160	2.60	18.69	0.117	0.1351	2.9331		
170	3.86	22.55	0.133	0.1351	2.9330		
180	21.18	43.73	0.243	0.1351	2.9329	40.79	21.18
190	5.50	49.23	0.259	0.1352	2.9328	46.30	5.50
200	3.07	52.31	0.262	0.1352	2.9328	49.37	3.07
210	2.27	54.57	0.260	0.1352	2.9327	51.64	2.27
220	1.84	56.42	0.256	0.1352	2.9327	53.49	1.84
230	1.57	57.99	0.252	0.1352	2.9326	55.06	1.57
240	1.39	59.38	0.247	0.1351	2.9330	56.45	1.39

250	1.25	60.62	0.242	0.1351	2.9329	57.69	1.25
260	1.14	61.76	0.238	0.1351	2.9329	58.83	1.14
270	1.05	62.81	0.233	0.1352	2.9328	59.87	1.05
280	0.97	63.78	0.228	0.1352	2.9328	60.85	0.97
290	0.91	64.70	0.223	0.1352	2.9327	61.76	0.91
300	0.86	65.56	0.219	0.1352	2.9327	62.62	0.86
310	0.81	66.37	0.214	0.1352	2.9327	63.44	0.81
320	0.77	67.15	0.210	0.1352	2.9326	64.21	0.77
330	0.74	67.88	0.206	0.1352	2.9326	64.95	0.74
340	0.71	68.59	0.202	0.1352	2.9326	65.66	0.71
350	0.68	69.27	0.198	0.1352	2.9328	66.34	0.68
360	0.65	69.93	0.194	0.1352	2.9328	66.99	0.65

(sumber : Analisis Pribadi, 2023)

Dapat dilihat pada tabel 5.30 apabila nilai intensitas lebih tinggi dari nilai *infiltration rate* maka akan terjadi genangan. Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa dengan curah hujan yang ada, akan terjadi genangan yang di mulai dari selang waktu 180 menit sampai 360 menit seperti yang diblok pada warna kuning, dengan tinggi genangan maksimal yang akan terjadi yaitu sebesar 21,18 mm dan ukuran *infiltration tank* yaitu 1,564 m x 10,14 m x 2,05 m. Apabila tanki infiltrasi ini terjadi kelebihan genangan dan melebihi kapasitas tanki atau *overcapacity*, maka air kelebihan tersebut dialirkan menuju saluran drainase.

5.11 Analisis Routing

Untuk memprediksi besarnya debit *inflow* yang masuk ke reservoir, diperlukan analisis routing. Selain itu analisis routing juga dilakukan untuk memastikan bahwa dimensi tanki infiltrasi yang direncanakan dapat merampung kelebihan air dari tanki rain water harvesting, analisis *routing* direncanakan menggunakan persamaan kontinuitas sebagai berikut.

Diketahui nilai intensitas terbesar adalah 0,262 m/min (tabel 5.31) yang diubah kedalam satuan m/jam yaitu sebesar $4,4 \times 10^{-6}$ m/s. Serta dimensi rencana tanki infiltrasi yaitu sebesar 1,564 m x 10,14 m x 2,05 m dan diameter pipa dari tanki *rwhs* menuju tanki infiltrasi berdiameter 150 mm.

$$\int \frac{d}{dt} \cdot \rho \, dv + \int \rho \, v \, dA = 0$$

$$\frac{d}{dt} (\rho \, v) + \int \rho \, v \, dA = 0$$

$$\rho \frac{dv}{dt} + v \frac{d\rho}{dt} + \int \rho \, v \, dA = 0$$

$$\rho \frac{dv}{dt} - (\rho v A)_1 - (\rho v A)_2 = 0$$

$$\frac{dv}{dt} = (v A)_1 - (v A)_2$$

$$15,86 \frac{dh}{dt} = 4,4 \times 10^{-6} \cdot \frac{1}{4} \pi \left(\frac{150}{1000} \right)^2 - (2,25 \times 10^{-6} \times 15,86)$$

$$\frac{dh}{dt} = -3,56 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

Dari hasil analissi didapat nilai perubahan tinggi terhadap waktu yaitu sebesar $-3,56 \times 10^{-5}$ m/s. Maka dapat disimpulkan bahwa dengan dimensi tanki infiltrasi yang direncanakan yaitu 1,564 m x 10,14 m x 2,05 m cukup untuk mencakup kelebihan air dari *rain water harvesting*.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan dan uraian pembahasan pada penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada perencanaan desain sistem RWH untuk catchment area menggunakan atap Gedung Fakultas Hukum berbentuk persegi seluas 1600,2 m² dengan ukuran panjang 63 m dan lebar 25,4 m. *Conveyance system* akan disambungkan dengan roof drain yang telah tersedia dan dialirkan menuju bak penampung dengan menggunakan pipa Galvanis berdiameter 5,9", lalu bak air hujan sebesar 322,99 m³ menggunakan sigma tank terbuat dari Polypropylene (PP) dengan ukuran panjang 31,28 m; lebar 12,87 m; dan tinggi 0,82 m. Kemudian air dari tanki dialirkan kembali menuju saluran tiap lantai menggunakan pipa PVC diameter 0,75" mm. Penempatan bak penampung di bawah tanah tepat disisi kiri bangunan Gedung Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (lihat Gambar 5.3).
2. Gedung Fakultas Hukum UNTIRTA kampus Sindangsari yang memiliki 610 jiwa membutuhkan air bersih sebesar 6699,21 m³/tahun. Sedangkan dengan luas atap sebesar 1600,2 m² hanya menghasilkan suplai air hujan sebanyak 922,65 m³/tahun. Sehingga dilakukan analisis kembali dan didapat jumlah kebutuhan 803,91 m³/tahun yang dapat tertutupi oleh suplai air yang ada atau sebesar 12% dari kebutuhan.
3. Berdasarkan perencanaan *rain water harvesting system*, potensi penghematan penggunaan air bersih di gedung Fakultas Hukum UNTIRTA Sindangsari akan mneghemat sebesar 12% dari penggunaan air seluruhnya.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memiliki beberapa saran yang ditunjukkan kepada peneliti dimasa yang akan datang guna untuk memperoleh hasil yang lebih baik, anantara lain sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh data yang lebih baik dan akurat disarankan untuk menambah jumlah stasiun hujan dan panjang tahun yang ditinjau.
2. Membuat rencana anggaran biaya (RAB) untuk mengetahui besaran estimasi biaya apabila diterapkan pada lokasi studi.
3. Untuk Gedung lain di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa meliputi gedung fakultas ekonomi dan bisnis, gedung asrama putra, gedung perpustakaan, dan gedung perkuliahan maka penampungan air hujan dapat langsung direalisasikan mengacu kepada hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aska. (2018, May 23). *Arsitur Studio*. Retrieved from Arsitur.com: <https://www.arsitur.com/2018/05/cara-menghitung-kebutuhan-air-pada-bangunan.html>
- Ayatri, R., Fajar, M., & Zurfi, A. (2021). Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih Gedung Asrama TB 4 ITERA. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 93 - 101.
- Fajriyah, S. A., & Wardhani, E. (2020). Analisis Hidrologi untuk Penentuan Metode Intensitas Hujan di Wilayah Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor. *Serambi Engineering*, 900 - 913.
- Freni, G., Mannina, G., & Viviani, G. (2009). Stormwater Infiltration Trenches: a Conceptual Modelling Approach. *Water Sci Technology*, 185 - 199.
- Nadia, F., & Mardiyanto, M. A. (2016). Perencanaan Sistem Penampung Air Hujan Sebagai Salah Satu Alternatif Sumber Air Bersih di Rusunawa Penjaringan Sari Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 241 - 246.
- Noerbambang, Soufyan, & Takeo, M. (2005). *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Nurrohman, F., Paksi, S. W., Sangkawati, S., & Sugiyanto. (2015). Perencanaan Panen Air Hujan Sebagai Sumber Air Alternatif Pada Kampus Universitas Diponegoro. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 283 - 292.
- Ramadhayanti, N. R., & Helda, N. (2021). Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Banjarbaru Utara. *Jurnal Rivet*, 48 - 56.
- Robert, K., & Sugiyanto. (2002). *Banjir Beberapa Penyebab dan Metode*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Rohmat, D., & Soekarno, I. (2006). Formulasi Efek Sifat Fisik Tanah terhadap Permeabilitas dan Suction Head Tanah (Kajian Empirik untuk Meningkatkan Laju Infiltrasi). *Jurnal Bionatura*, 1 - 9

- Santoso, N. D., Akmalah, E., & Irawati, I. (2017). Implementasi Konsep Green Campus di Kampus di Kampus Itenas Bandung Berdasarkan Kategori Tata Letak dan Infrastruktur. *Reka Rencana*, 139 - 150.
- Soemarto, C. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soemarto, C. D. (1995). *Hidrologi Teknik Edisi Ke - 2*. Jakarta: Erlangga.
- Soenarmo, S. H., Sadisun, I. A., & Saptohartono, E. (2008). Kajian Awal Pengaruh Intensitas Curah Hujan Terhadap Pendugaan Potensi Tanah Longsor Berbasis Spasial di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. *Geoaplika*, 133 - 141.
- Susilowati, & Hastiningrum. (2005). Prediksi Inflow Waduk Berdasarkan Outflow Menggunakan Persamaan Kontinuitas. *Media Teknik Sipil*, 79 - 84.
- Sutejo, Y., Saggaff, A., Hanafiah, I.C.Juliana, R.Dewi, A.Y.Kurnia, . . . R.K.Rustam. (2020). Penggunaan Sistem Rain Water Harvesting (RWH) Untuk Memanen Air Hujan di era Normal Baru. *Avoer 12*, 674 - 678.
- Triatmojo, B. (1996). *Hidraulika II*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Upomo, T. C., & Kusumawardani, R. (2016). Pemilihan Distribusi Probabilitas Pada Analisa Hujan dengan Metode Goodness of Fit Test. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 139 - 148.
- Widarto. (1996). *Vertikultural Bercocok Tanam secara Bertingkat*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Akraboelittaqwa, A., Side, G. N., & Azmiyati, U. (2021). Rain Water Harvesting Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih. *Rain Water Harvesting Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih. Indonesian Journal of Engineering (IJE)*, 2(1), 52 - 64.
- Cipolla, S. S., & Maglionico, M. (2018). Modelling rainwater harvesting and greywater reuse for tank size optimizations. *EPiC Series in Engineering*, 3, 460 - 469.
- Ernawati, A. (2021). Penerapan Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Upaya Antisipasi Kekurangan Air Bersih di Desa Gereneng Kecamatan Sakra Timur Kabupaten Lombok Timur. *Sigma : Jurnal Teknik Sipil*, 1 - 11.
- Fitriansyah, S. L., Wigati, R., & Kuncoro, H. B. (2021). Perencanaan Rainwater Harvesting System sebagai Implementasi Konsep Smart & Green Campus

- (Studi Kasus: Gedung Fakultas Hukum, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kampus Sindangsari. *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*.
- Harsoyo, B. (2010). Teknik pemanenan air hujan (rain water harvesting) sebagai alternatif upaya penyelamatan sumberdaya air di wilayah DKI Jakarta. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 11(2), 29-39.
- Littaqwa, A. A., Side, G. N., & Azmiyati, U. (2021). Rain Water Harvesting Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih. *Indonesian Journal of Engineering*, 52 - 64.
- Pratama, N., Gunawan, A., & Besperi, B. (2014). Pemanenan Air Hujan Untuk Konservasi Air Tanah Melalui Sumur Resapan (Studi Kasus Perumahan di Daerah Hibrida I, II, dan IV Kota Bengkulu). *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 31 - 44.
- Sabri, F., Wigati, R., & Kusuma, R. I. (2021). Perencanaan Rainwater Harvesting System sebagai Implementasi Konsep Smart & Green Campus (Studi Kasus: Gedung Asrama Putri, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kampus Sindangsari. *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*.
- Salim, N. (2017). Kajian Sistem Distribusi Air Bersih Untuk Bangunan Bertingkat Dengan Metode Epanet (Studi kasus: Kampus B Politeknik Negeri Jember). *Prosiding Sensei*, 1(1).
- Sylviana, R., & Hendriyana, D. (2018). Perencanaan Teknis Pemanenan Air Hujan Terintegrasi dengan Sumur Resapan. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 6(1), 93 - 107.
- Untirta. (2021). *Green Untirta*. (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa) Retrieved October 25, 2022, from <https://green.untirta.ac.id/air/>
- Ainurrohmah, S., & Sudarti, S. (2022). Analisis Perubahan Iklim dan Global Warming yang Terjadi sebagai Fase Kritis. *Jurnal Phi; Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapan*, 3(3), 1 - 10.
- GreenMetric, U. (2022). *Ranking by Country 2021 - Indonesia*. (Universitas Indonesia) Retrieved 11 01, 2022, from <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/ranking-by-country-2021/Indonesia>

LAMPIRAN
DATA ADMINISTRASI





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK


Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING TA

Nama : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NIM : 3336190042
Program Studi : Teknik Sipil
Semester : Ganjil/Genap *) Tahun Akademik 2022/2023
KBK : PSDA
Judul Tugas Akhir : Konsep dan Desain Teknologi Rain Water Harvesting serta Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

No	Uraian	Nama Dosen	Paraf Dosen
1.	Pembimbing 1	1. Restu Wigati, S.T., M.Eng	1. 
2.	Pembimbing 2	2. Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.	2. 

Cilegon, 08 Maret 2023
Ketua KBK


Restu Wigati, S.T. M.Eng.
NIP. 198209252010122002

*) coret yang tidak perlu

FORM PENDAFTARAN TUGAS AKHIR

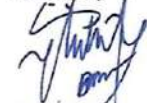
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
NIM : 3336190042
Tempat/Tgl Lahir : Serang/05 Januari 2002
Program Studi : Teknik Sipil
Semester Mulai :
Jumlah SKS yang sudah diselesaikan : 139 SKS
IPK : 3.62
Topik TA : PSDA
Judul TA : KONSEP DAN DESAIN TEKNOLOGI RAIN WATER HARVESTING SERTA STORMWATER INFILTRATION TANK KAMPUS E UNTIRTA SINDANGSARI YANG BERKELANJUTAN (STUDI KASUS : GEDUNG FAKULTAS HUKUM)
Judul Asing : CONCEPTS AND DESIGN OF TECHNOLOGICAL SUSTAINABLE RAIN WATER HARVESTING AND STORMWATER INFILTRATION TANK, E CAMPUS UNTIRTA SINDANGSARI (CASE STUDY: FACULTY OF LAW BUILDING)

Dengan Persyaratan:

Cilegon, 08 Maret 2023

Pendaftar,



CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
NIM. 3336190042

Mengetahui,
Pembimbing Akademik,



Dr. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
NIP. 198212062010122001

Menyetujui
Pembimbing I,





Restu Wigati, ST., M.Eng
NIP. 198209252010122002

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

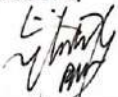
Nama Mahasiswa : CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM : 3336190042
 Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler
 Semester : Genap Tahun Akademik 2022/2023
 Pembimbing 2 : RESTU WIGATI, S.T., M.Eng

Judul Tugas Akhir:

Konsep dan Desain Teknologi Rain Water Harvesting Serta Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	01 November 2022	a. Jelaskan tinjauan lebih spesifik pada pumusan masalah b. Cari data curah hujan dari BMKG c. Tambah teori pada landasan teori	
2.	03 November 2022	a. Tambahkan referensi pada tinjauan pustaka b. Lanjut asistensi pembimbing 2	
3.	02 Maret 2023	Ace Seminar Proposal.	

Cilegon, 09 Juli 2023
 Mahasiswa,



CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM. 3336190042

Mengetahui,
 Pembimbing Akademik,





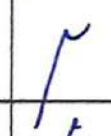
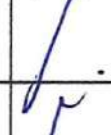
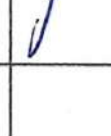
Dr. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
 NIP. 198212062010122001

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR


Nama Mahasiswa : CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM : 3336190042
 Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler
 Semester : Genap Tahun Akademik 2022/2023
 Pembimbing 1 : Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.

Judul Tugas Akhir:

Konsep dan Desain Teknologi Rain Water Harvesting Serta Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	17 November 2022	a. Perbaiki Judul b. Tambahkan teori curah hujan andalan c. Gunakan 1 stasiun hujan terdekat	
2.	29 Desember 2022	a. Tambahkan data kebutuhan toilet dan taman b. Lengkapi landasan teori (persamaan kontinuitas)	
3.	06 Januari 2023	a. Tambahkan data kebutuhan flushing dan wastafel per orang per hari b. Perbaiki nilai koefisien atap c. Siapkan data curah hujan bulanan, curah hujan harian, dan plumbing	
4.	15 Februari 2023	a. Tambahkan data luas taman gedung fakultas hukum b. Revisi bentuk diagram alir, sesuaikan dengan pedoman c. Gambar permodelan (tidak perlu cantumkan diameter pipa, tulis bahan pipa yang digunakan, beri keterangan panjang pipa)	
5.	28 Februari 2023	a. Siapkan PPT Sempro b. Siapkan berkas-berkas administrasi seminar c. ACC SEMPRO	

Cilegon, 09 Juli 2023
 Mahasiswa,



CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM. 3336190042

Mengetahui,
 Pembimbing Akademik,







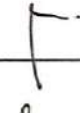

Dr.. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
 NIP. 198212062010122001

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM : 3336190042
 Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler
 Semester : Genap Tahun Akademik 2022/2023
 Pembimbing 1 : RESTU WIGATI, S.T., M.Eng.

Judul Tugas Akhir:

Konsep dan Desain Teknologi Rain Water Harvesting Serta Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	13 April 2023	a. Analisis intensitas hujan b. Analisis hujan andalan 90% c. Lanjut hitungan kapasitas bak penampung sesuai ukuran tangki	
2.	04 Mei 2023	Lanjut analisis sampai sebelum perhitungan EPANET	
3.	12 Mei 2023	a. Analisis evapotranspirasi b. Analisis debit andalan (NRECA)	
4.	19 Mei 2023	a. X rata-rata tahunan (5.2) b. Perbaiki nilai PET' (Tabel 5.14) c. Alternatif/skenario kebutuhan air d. Perhitungan kebutuhan toilet	
5.	23 Juni 2023	a. Analisis nilai panjang hari b. Tambahkan perhitungan analisis intensitas curah hujan kala ulang 5 tahun	
6.	4 Juli 2023	Ace. Seminar Hasil.	

Cilegon, 09 Juli 2023
 Mahasiswa,



CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM. 3336190042

Mengetahui,
 Pembimbing Akademik,



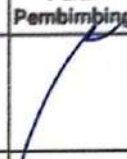
Dr. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
 NIP. 198212062010122001

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM : 3336190042
 Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler
 Semester : Genap Tahun Akademik 2022/2023
 Pembimbing 2 : Ngakan Putu Purnaditya, M.T

Judul Tugas Akhir:

Konsep dan Desain Teknologi Rain Water Harvesting Serta Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
	13 Juli 2023	a. Tandai kolom yang terjadi genangan pada tabel infiltrasi b. Tambahkan analisis routing c. Samakan skala pada gambar hasil analisis d.	

Cilegon, 09 Juli 2023
 Mahasiswa,



CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM. 3336190042

Mengetahui,
 Pembimbing Akademik,



Dr.. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
 NIP. 198212062010122001

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM : 3336190042
 Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler
 Semester : Genap Tahun Akademik 2022/2023
 Pembimbing 1 : RESTU WIGATI, S.T., M.Eng.

Judul Tugas Akhir:

Konsep dan Desain Teknologi Rain Water Harvesting Serta Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
	14 Juli 2023	Des. Sidang Akhir	f.

Cilegon, 09 Juli 2023
 Mahasiswa,



CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM. 3336190042

Mengetahui,
 Pembimbing Akademik,






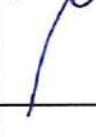
Dr. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
 NIP. 198212062010122001

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM : 3336190042
 Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler
 Semester : Genap Tahun Akademik 2022/2023
 Pembimbing 2 : Ngakan Putu Purnaditya, M.T

Judul Tugas Akhir:

Konsep dan Desain Teknologi Rain Water Harvesting Serta Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	23 Mei 2023	a. Perbaiki perhitungan analisis frekuensi (CH tiap bulan) b. Grafik supply-demand menggunakan nilai kumulatif c. Perbaiki perhitungan intensitas dan debit	
2.	25 Mei 2023	a. Perbaiki perhitungan uji kecocokan b. Supply < demand, skenarioikan jumlah penghuni/pemakaian	
3.	14 Juni 2023	Analisis plumbing menggunakan aplikasi EPANET	
4.	27 Juni 2023	a. Ubah diameter pipa plumbing b. Analisis infiltrasi	
5.	04 Juli 2023	Acc Skripsi Akhir	

Cilegon, 09 Juli 2023
 Mahasiswa,



CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM. 3336190042

Mengetahui,
 Pembimbing Akademik,



Dr. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
 NIP. 198212062010122001

FORM PENDAFTARAN SIDANG TA

Nama Mahasiswa : CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
NIM : 3336190042
Program Studi : Teknik Sipil
Semester Mulai : Tahun Akademik 2022/2023
Topik TA : PSDA
Judul Tugas Akhir :
KONSEP DAN DESAIN TEKNOLOGI RAIN WATER HARVESTING SERTA STORMWATER INFILTRATION TANK KAMPUS E UNTIRTA
SINDANGSARI YANG BERKELANJUTAN (STUDI KASUS : GEDUNG FAKULTAS HUKUM)

Dengan ini mengajukan untuk pelaksanaan Sidang Ujian Tugas Akhir dengan menyampaikan persyaratan terlampir.

Cilegon, 05 Juli 2023
Mahasiswa,



CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
NIM 3336190042

Mengetahui,
Pembimbing Akademik



Dr. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
NIP 198212062010122001

Menyetujui,

Pembimbing 1 : RESTU WIGATI, S.T., M.Eng.
NIP. 198209252010122002

Pembimbing 2 : Ngakan Putu Purnaditya, M.T.
NIP. 198909142019031008


: _____

: _____

Biodata Mahasiswa

NAMA : CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM : 3336190042
 Tempat/Tanggal Lahir : Serang / 05 Januari 2002
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Agama : ISLAM
 Alamat Email : 3336190042@untirta.ac.id
 No. Handphone : 089624247253
 Alamat : Komplek Taman Cilegon Indah blok H1 no. 22 Kelurahan Sukamajaya Kecamatan Jombang
 Fakultas : Teknik
 Program Studi : Teknik Sipil
 Jumlah SKS : 139 SKS
 IPK : 3.62
 Angkatan : 2019

**Riwayat Pendidikan**

Sekolah Dasar : SD Al-Azhar Cilegon
 SLTP : SMP Bosowa Al-Azhar Cilegon
 SLTA : SMAN 1 Cilegon

Pendidikan Khusus/Pelatihan

Tidak ada Data

Data Keluarga

Nama Ayah : Yustam Bilakonga
 No. Handphone Ayah : 081317475181
 Nama Ibu : Titin Suhartini
 No. Handphone Ibu : 087871079364
 Jumlah Kakak : 2
 Jumlah Adik : 0
 Alamat Orang Tua : Komplek Taman Cilegon Indah blok H1 no. 22 Kelurahan Sukamajaya Kecamatan Jombang
 Kantor Orang Tua : -
 Alamat Kantor Orang Tua : -

Prestasi Terbaik Pribadi

Tidak ada Data

Riwayat Organisasi

1. Himpunan Mahasiswa Sipil Untirta

Riwayat Kepanitiaan

Tidak ada Data

Kompetensi yang dikuasai

Tidak ada Data

Serang, 05 Juli 2023
Mahasiswa,


 CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM. 3336190042

TRANSKRIP AKADEMIK

ACADEMIC TRANSCRIPT

Sementara

Nama Mahasiswa : **CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA**
 Name of Students
 Tempat, Tanggal Lahir : Serang, 05 Januari 2002
 Place, Date of Birth
 Nomor Register : 3336190042
 Student Reg. No.

Fakultas : **TEKNIK**
 Faculty
 Program Studi : **TEKNIK SIPIL**
 Study Program
 Tanggal Cetak : 14 Juli 2023
 Date of Print

NO.	MATA KULIAH	KODE	PRESTASI			
			HM	AM	SKS	M
1	Agama/Religion	UNI622101	A	4.00	2	8.00
2	Dasar-dasar Transportasi/Basic Transportation	TSP622105	B+	3.50	2	7.00
3	Fisika Dasar 1/Elementary Physics I	TEKSP622101	A-	3.75	2	7.50
4	Gambar Teknik/ Engineering Drawing	TSP622103	A-	3.75	2	7.50
5	Ilmu Lingkungan/Environmental Science	TEKSP622105	A-	3.75	2	7.50
6	Ilmu Ukur Tanah/Land Surveying	TSP622107	A	4.00	2	8.00
7	Kalkulus 1/calculus I	TEKSP622103	A-	3.75	3	11.25
8	Praktikum Fisika Dasar/Basic Physics Laboratory	TEKSP622109	A-	3.75	1	3.75
9	Statistik dan Probabilitas/Statistics and Probability	TEKSP622107	A	4.00	2	8.00
10	Fisika Dasar 2/Elementary Physics 2	TEKSP622102	A-	3.75	2	7.50
11	Kalkulus 2/calculus 2	TEKSP622104	B+	3.50	3	10.50
12	Kesehatan dan keselamatan kerja/ Health and Safety	TSP622106	A-	3.75	2	7.50
13	Kimia Dasar/Basic Chemistry	TEKSP622106	A-	3.75	2	7.50
14	Konstruksi Bangunan/Building Construction	TSP622102	A-	3.75	2	7.50
15	Moderasi Beragama/Religious Moderation	UNI622102	A	4.00	2	8.00
16	Praktikum Gambar Teknik/Civil Engineering Drawing Laboratory	TSP622110	A	4.00	1	4.00
17	Praktikum Ilmu Ukur Tanah/Land Surveying Laboratory	TSP622112	A	4.00	1	4.00
18	Struktur Statis Tertentu/Certain Static Structure	TSP622104	A-	3.75	3	11.25
19	Teknik Lalu Lintas/Traffic Engineering	TSP622108	A	4.00	2	8.00
20	Bandar Udara/Airport	TSP622205	A-	3.75	2	7.50
21	Hidrologi/Hydrology	TSP622201	A	4.00	2	8.00
22	Kalkulus 3/calculus 3	TEKSP622201	A-	3.75	2	7.50
23	Mekanika Bahan/Materials Mechanics	TSP622211	A	4.00	3	12.00
24	Mekanika Fluida dan Hidrolika/Fluid Mechanics and Hidraulics	TSP622209	A	4.00	2	8.00
25	Mekanika Tanah 1/Soil Mechanics 1	TSP622213	B+	3.50	2	7.00
26	Pemindahan Tanah Mekanis & Alat Berat/Earth Moving & Heavy Equipments	TSP622203	A	4.00	2	8.00
27	Praktikum Hidrolika/Hdraulics Laboratory	TSP622215	A	4.00	1	4.00
28	Praktikum Teknologi Beton/Concrete Technology Laboratory	TSP622217	A-	3.75	1	3.75
29	Rel Kereta Api/Railway	TSP622207	A-	3.75	2	7.50
30	Teknologi Beton/concrete technology	TSP619203	B-	2.75	2	5.50
31	Drainase/Drainage	TSP622202	A-	3.75	2	7.50
32	Irigasi dan Bangunan Air/Irrigation and Hydraulic Structure	TSP622204	A-	3.75	2	7.50
33	Kalkulus 4/calculus 4	TEKSP622202	C+	2.50	2	5.00
34	Manajemen Proyek/Project Management	TSP622212	A	4.00	2	8.00
35	Mekanika Tanah 2/Soil Mechanics 2	TSP622210	B	3.00	2	6.00
36	Pemograman Teknik Sipil/civil engineering Programming	TSP622206	B+	3.50	2	7.00
37	Praktikum Mekanika Tanah/Soil Mechanics Laboratory	TSP622218	A-	3.75	1	3.75
38	Struktur Beton 1/Concrete Structure 1	TSP622214	B	3.00	2	6.00
39	Struktur Statis Tak Tentu/Indeterminate Static Structure	TSP622208	A-	3.75	3	11.25
40	Teknik Pantai/Coastal engineering	TSP622216	A	4.00	2	8.00
41	Analisa Struktur Metode Matriks/Matrix Method Structural Analysis	TSP622303	A	4.00	3	12.00
42	Bahasa Indonesia/Indonesian Language	UNI622305	A-	3.75	2	7.50
43	Kewarganegaraan/Civic	UNI622303	A	4.00	2	8.00
44	Metode Numerik/Numerical Mehod	TEKSP622301	A-	3.75	2	7.50
45	Pancasila/Pancasila	UNI622301	A-	3.75	2	7.50
46	Perencanaan Struktur Geometri Jalan/Geometric Design of Road Structures	TSP622301	C+	2.50	2	5.00
47	Praktikum Pemograman Teknik Sipil/civil engineering Programming Laboratory	TSP619319	A	4.00	1	4.00
48	Rekayasa Pondasi 1/Foundation Engineering 1	TSP622305	C+	2.50	2	5.00
49	Struktur Baja 1/Steel Structures 1	TSP622307	A	4.00	2	8.00
50	Struktur Beton 2/Concrete Structure 2	TSP622309	B+	3.50	2	7.00
51	Kerja Praktek/Internship	TSP622300	A	4.00	2	8.00
52	Kuliah Kerja Mahasiswa (KKM)/Working College Student	UNI622304	A	4.00	3	12.00
53	Metodologi Penelitian/Research Methodology	TSP622312	A	4.00	2	8.00
54	Perencanaan Perkerasan Jalan/Highway Pavement Design	TSP622304	C	2.00	2	4.00
55	Praktikum Perkerasan Jalan/Highway Pavement Laboratory	TSP622314	A	4.00	1	4.00
56	Rekayasa Pondasi 2/Foundation Engineering 2	TSP622306	C	2.00	2	4.00
57	Struktur Baja 2/Steel Structures 2	TSP622308	A	4.00	2	8.00
58	Struktur Kayu/Timber Structure	TSP622302	A	4.00	2	8.00

59	Studi Kebantenan/Banten Research	UNI622302	A-	3.75	2	7.50
60	Teknik Gempa/Earthquake engineering	TSP622310	B-	2.75	2	5.50
61	English for Academic Purpose/English for Academic Purpose	UNI622401	A-	3.75	2	7.50
62	Ketahanan Pangan/Food Security	UNI622405	A	4.00	2	8.00
63	Kewirausahaan Teknik Sipil/Civil Engineering Entrepreneurship	TSP622403	A-	3.75	2	7.50
64	Metode Pelaksanaan Konstruksi/Construction Method	TSP622407	A	4.00	2	8.00
65	Pelabuhan/harbour	TSP622405	A-	3.75	2	7.50
66	Perencanaan Struktur Gedung/Structural Building Design	TSP622401	D	1.00	2	2.00
67	Rencana Anggaran Biaya (RAB)/budget-estimate plan	TSP622412	A	4.00	2	8.00
68	Teknik Sungai/River Engineering	TSP622415	A-	3.75	2	7.50
69	Teknologi dan Transformasi Digital/Technology and Digital Transformation	UNI622403	B+	3.50	2	7.00
70	Transpor Sedimen/Sediment transport	TSP622416	A	4.00	2	8.00
71	Aspek Hukum Teknik Sipil/Legal Aspects of Civil Engineering	TSP622404	A-	3.75	2	7.50
72	Hidrolika Lanjut/Advanced Hydraulics	TSP622419	A	4.00	2	8.00
73	Jembatan/Bridge	TSP622402	B+	3.50	2	7.00
74	Waduk dan Tenaga Air/reservoirs and hydropower	TSP622426	A	4.00	2	8.00

Jumlah					147	535
--------	--	--	--	--	-----	-----

Indeks Prestasi						3.64
-----------------	--	--	--	--	--	------

Yudisium						
----------	--	--	--	--	--	--

Judul Skripsi (Major Subject)						
-------------------------------	--	--	--	--	--	--

Konsep dan Desain Teknologi Rain Water Harvesting Serta Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)						
--	--	--	--	--	--	--

Concept and Design of Sustainable Rain Water Harvesting Technology and Stormwater Infiltration Tank at Campus E Untirta Sindangsari (Case Study : Law Faculty Building)						
---	--	--	--	--	--	--

Dengan ini saya menyatakan bahwa Transkrip Nilai diatas adalah benar sesuai dengan prestasi kuliah saya dan akan dijadikan referensi dalam pencetakan Transkrip Nilai Akhir Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Mahasiswa,



CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
3336190042

Cilegon, 14 Juli 2023

Pembimbing Akademik,



Dr.. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
NIP 198212062010122001

BERITA ACARA SIDANG SKRIPSI / TUGAS AKHIR

Pada hari ini, Tanggal 05 Bulan Juli Tahun 2023, bertempat di III-20 (R.Sidang) Fakultas Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, telah dilaksanakan Ujian Sidang Skripsi/Tugas Akhir atas nama:

Nama Mahasiswa : CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM : 3336190042
 Penguji : Ketua Sidang : RESTU WIGATI, S.T., M.Eng.
 Penguji I : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T.
 Penguji II : Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.
 Penguji III : Ngakan Putu Purnaditya, M.T.
 Judul TA : Konsep dan Desain Teknologi Rain Water Harvesting Serta Stormwater Infiltration Tank
 Waktu : Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)
 Catatan Kejadian : 08:00

Mahasiswa Ybs dinyatakan lulus dgn perbaikan

Batas waktu perbaikan : 2 minggu

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 05 Juli 2023

Ketua Sidang : RESTU WIGATI, S.T., M.Eng.
 NIP. 198209252010122002

Penguji I : Dr. SUBEKTI, S.T., M.T.
 NIP. 197506122008011020





Penguji II : Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.
 NIP. 197704042009121001

Penguji III : Ngakan Putu Purnaditya, M.T.
 NIP. 198909142019031008

FORM REVISI LAPORAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nama : CATHERINA TRILERA HAPSARY BILAKONGA
 NIM : 3336190042
 Program Studi : TEKNIK SIPIL
 Tanggal Sidang : 05 Juli 2023
 Semester Mulai : Genap 2022/2023
 Judul Tugas Akhir :

Konsep dan Desain Teknologi Rain Water Harvesting Serta Stormwater Infiltration Tank Kampus E. Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	NAMA PENGUJI	HAL YANG PERLU DIREVISI	PARAF
1	RESTU WIGATI, S.T., M.Eng.	a. Perbaiki satuan pada kurva ABM b. Hapus kata 'dan' pada judul c. Perbaiki rumusan masalah d. Buat jurnal artikel	Tgl: 
2	Dr.. SUBEKTI, S.T., M.T.	a. Perbaiki judul b. Perbaiki intisari c. Perbaiki rumusan masalah d. Tambahkan flowchart untuk analisis debit andalan, infiltrasi, dan plumbing e. Tambahkan gambar drainase	Tgl: 
3	Dr. Eng.. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.	Perbaiki satuan pada kurva ABM	Tgl: 
4	Ngakan Puru Purnaditya, M.T	a. Perbaiki satuan pada kurva ABM b. Samakan skala gambar pada gambar hasil analisis c. Blok bagian tabel yang terjadi genangan pada tabel hasil infiltrasi	Tgl: 

Cilegon, 05 Juli 2023
 Pembimbing Akademik,



Dr.. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.
 NIP. 198212062010122001



Cilegon, 26 Juni 2023

Hal : Surat Keterangan
Nomor Surat : 19/SKet/LDC-FT/VI/2023
Lampiran : -

Kepada yang terhormat,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Di -

Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon, Banten

Dengan hormat,

Sehubungan dengan adanya persyaratan mengikuti sidang skripsi yang harus dipenuhi oleh mahasiswa, Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa mahasiswa yang bernama:

Nama : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
Nomor Induk : 3336190042
Jurusan : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

telah mengikuti TOEFL test di LDC (Language Development Center) FT Untirta. Adapun rincian nilai TOEFL sebagai berikut:


Tanggal Tes	Listening	Structure	Reading	Score
16 Juni 2023	49	40	48	457

Sehubungan dengan sertifikat yang masih dalam proses, surat keterangan ini sekiranya dapat digunakan bagi mahasiswa untuk keperluan internal kampus seperti mendaftar sidang sarjana sesuai ketentuan jurusan masing-masing.

Demikian pemberitahuan ini kami sampaikan, atas perhatian Bapak/Ibu kami mengucapkan terima kasih.



Head of Language Development Center


Atia Sonda, S.Si., M.Si.
NIP. 199209232020122008


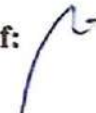




KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM PERSETUJUAN TANGGAL SIDANG

Nama : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NIM : 3336190042
Jurusan : Teknik Sipil
Rencana Sidang : Seminar Proposal/ Seminar Hasil/ Sidang Akhir *)
Waktu Sidang :
Hari/ Tanggal : Jumat, 21 Juli 2023
Jam : 13.00

No	Nama Dosen	Pembimbing	Penguji	Tanda Tangan
1	Restu Wigati, S.T., M.Eng.	I		Tanggal: Paraf: 
2	Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.	II		Tanggal: 21/7/23 Paraf: 
3	Dr. Subekti, S.T., M.T.		I	Tanggal: Paraf: 
4	Dr. Eng. Bambang Adhi Priyambodho, S.T., M.T.		II	Tanggal: Paraf: 

Cilegon, Juli 2023
Koordinator TA


Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP. 198601312019032009

*) coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-01

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SURAT PERMOHONAN SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Nama Mahasiswa : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
Nomor Mahasiswa : 3336190042
Alamat Mahasiswa : Komp. Taman Cilegon Indah blok H1, Cilegon, Banten
Dosen Pembimbing : 1. Restu Wigati, S.T., M.Eng.
2. Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.

dengan prestasi studi 3,62 sampai dengan tanggal: 08 Maret 2023 seperti terlampir. Dengan ini saya mengajukan permohonan untuk dapat menyelenggarakan seminar proposal skripsi.

Cilegon, 10 Maret 2023

Pemohon,

Catherina Trilera Hapsary Bilakonga

PEMERIKSAAN (oleh Koord. Skripsi)

No	Perihal	Catatan
1.	Hasil studi kumulatif (≥ 116 sks dan $IPK \geq 2,00$) SKS & IPK
2.	Nilai D maksimal 10% dari total SKS mata kuliah %
3.	Kerja Praktek	
4.	Mengontrak mata kuliah Skripsi dalam KRS berjalan	
5.	Melakukan pendaftaran pada SISTA (TA-01)	
6.	Draf proposal telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 4 eksemplar masing-masing untuk pembimbing dan penguji	
7.	Naskah seminar telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 10-15 eksemplar untuk peserta sidang	
8.	Berita Acara Seminar Proposal (Smp-02)	
9.	Lembar saran & masukan (Smp-03)	
10.	Daftar hadir dosen (Smp-04)	
11.	Daftar hadir peserta seminar (Smp-05)	

Seminar tersebut dapat dilaksanakan, waktu dan tempat seminar harap dikonsultasikan dengan Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji.

Cilegon, 10 Maret 2023
Koordinator Skripsi,

Siti Asyiah, S.Pd.M.T.
NIP. 198601312019032009

Dibuat rangkap 2 untuk:

1. Mahasiswa ybs
2. Koord. Skripsi

* Pendaftaran Seminar Proposal Skripsi selambat-lambatnya 2 hari kerja sebelum seminar dilaksanakan.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-02

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNTIRTA**

Pada hari iniJumat..... tanggal17.....bulanMaret..... tahun
.....2023....., telah dilaksanakan Seminar Proposal Skripsi dari mahasiswa/mahasiswi, yaitu :

Nama : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan
(Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

Dosen pembimbing I : Restu Wigati, S.T. M.Eng.

Dosen pembimbing II: Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.

Dosen Penguji I : Dr. Subekti, S.T., M.T.

Dosen Penguji II : Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.

Dari Seminar Proposal Skripsi ini dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah dinyatakan
MEMENUHI PERSYARATAN / TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN untuk melanjutkan
Penelitian (Skripsi) *)

Demikian Berita Acara ini dibuat dan selanjutnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana
mestinya.

Cilegon, 17 Maret 2023

Dosen Penguji I

Dr. Subekti, S.T., M.T.
NIP. 197506122008011020

Dosen Penguji II

Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.
NIP. 197704042009121001

Dosen Pembimbing I

Restu Wigati, S.T. M.Eng.
NIP. 198209252010122002

Dosen Pembimbing II

Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.
NIP. 198909142019021008



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jumat, 17 Maret 2023 Waktu : 13.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		<ul style="list-style-type: none">- Lanjut analisis, Desain RWH.- 2. Pengkamanan air di lingkungan yg.	

Cilegon, 17 Maret 2023
Dosen Pembimbing I


Restu Wigati, S.T., M.Eng.
NIP. 198209252010122002




SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jumat, 17 Maret 2023 Waktu : 13.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		Pada bagian persamaan 3.5 di perbaiki $\bar{x} \Rightarrow$ gunakan \bar{X} (huruf kapital)	
2.		Proposal dilengkapi informasi menyebut luas lahan yg tersedia di lokasi.	
3.		diturut Scenario : - Dahan & Pevanan : 100 g - Momen : preskripsi bukan scenario secara persentase.	

4. Teori ttg Hidrolika
saluran terbuka
juga ditambahkan.

Cilegon, 17 Maret 2023
Dosen Pembimbing II


Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.
NIP. 198909142019031008

5. Gunakan referensi manapun
(moodle/otera/Endnote/mer word)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jumat, 17 Maret 2023 Waktu : 13.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1		Jembar daftar isi	
2		Tata tulis tolong ds@h	
3		Rumus yg digunakan sama luas	
4		Metode penelitian tak perlu ada sumber / kutipan	
5		konflik penulisan sumber	
6		Cek yg minor (italic) ds	

Cilegon, 17 Maret 2023

Dosen Penguji I

Dr. Subekti, S.T., M.T.

NIP. 197506122008011020



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jumat, 17 Maret 2023 Waktu : 13.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		Pengertian krisis iklim Pengertian sustainable development Perbedaan catchment & sub catchment Proses analisis menggunakan program EPANET 2.0	

Cilegon, 17 Maret 2023
Dosen Penguji II

Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T.,M.T.
NIP. 197704042009121001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-04

Jl. Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jumat, 17 Maret 2023
Waktu : 13.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Restu Wigati, S.T., M.Eng.	198209252010122002	1.
2.	Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.	198909142019031008	2.
3.	Dr. Subekti, S.T., M.T.	197506122008011020	3.
4.	Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.	197704042009121001	4.

Cilegon, 17 Maret 2023
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP.198601312019032009



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-05

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jumat/ 17 Maret 2023
Waktu : 13.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	NAMA	NPM	TANDA-TANGAN	KET.
1.	Dimas Bagoes Ariyanto	3336190023	1.	
2.	M. Fajar Radatur Rahman	3336190034	2.	
3.	M. Vigo Aulia Apla	3336190046	3.	
4.	TS. RAHAN MAHRABI	3336190063	4.	
5.	Reza Nurul Saharani	3336200058	5.	
6.	Octavia Putri Murdani	3336190028	6.	
7.	ALVA DILLA FEBRIYANTI	3336190006	7.	
8.	Azarine Vashiti Alpha Raissa	3336190040	8.	
9.	Malisa Hanum	3336190066	9.	
10.	Aghna Reida Alauna	3336190045	10.	
11.	Upik Laila Hanum	3336190064	11.	
12.			12.	
13.			13.	
14.			14.	
15.			15.	

Cilegon, 17 Maret 2023
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP.198601312019032009



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-06

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NPM : 3336190042

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
1		Lanjut analisis, Desain RWH		
2		Hitung penghematan air juga		

Cilegon, Maret 2023
Dosen Pembimbing I


Restu Wigati, S.T., M.Eng.
NIP. 198209252010122002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-06


Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NPM : 3336190042

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
1		Pada bagian persamaan 3.5 diperbaiki penulisan x menggunakan huruf kapital	3	
2		Proposal dilengkapi dengan informasi mengenai luas lahan yang tersedia di lokasi	4	
3		Jumlah penghuni dibuat skenario untuk jumlah dosen & pegawai dan mahasiswa secara presentase	4	
4		Tambah teori tentang hidrolika saluran tertutup	3	
5		Gunakan referensi (mendeley, zotero, endnote, ms.word)		

Cilegon, Maret 2023
Dosen Pembimbing II


Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.
NIP. 198909142019031008



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-06

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NPM : 3336190042

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
1		Tambah lembar daftar isi		1
2		Cek kembali tata tulis		1
3		Rumus yang digunakan merupakan sumber kuat	3	1
4		Metode penelitian tidak perlu ada sumber/kutipan	4	1
5		Konsisten dana penulisan sumber		1
6		Cek kata yang miring (italic)		1

Cilegon, Maret 2023
Dosen Penguji I

Dr. Subekti, S.T., M.Eng.
NIP. 197506122008011020



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-06

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NPM : 3336190042

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
		Pengertian krisis iklim		
		Pengertian Sustainable Development		
		Perbedaan catchment dan sub catchment		
		Proses analisis menggunakan program EPANET 2.0		

Cilegon, Maret 2023
Dosen Penguji II

Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T.,M.T.
NIP. 197704042009121001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-01

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BERITA ACARA SEMINAR HASIL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNTIRTA**

Pada hari iniRabu..... tanggal5.....bulanJuli tahun2023.....

, telah dilaksanakan Seminar Hasil Skripsi dari mahasiswa/mahasiswi, yaitu :

Nama : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi Rain Water Harvesting System serta Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan

Dosen pembimbing I : Restu Wigati, S.T., M. Eng.


Dosen pembimbing II: Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.

Dari Seminar Hasil Skripsi ini dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah dinyatakan MEMENUHI PERSYARATAN / ~~TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN~~ untuk melanjutkan ke Sidang Akhir *)

Demikian Berita Acara ini dibuat dan selanjutnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 5 Juli 2023

Dosen Pembimbing I


Restu Wigati, S.T., M.Eng.
NIP. 198209252010122002

Dosen Pembimbing II


Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.
NIP. 198909142019031008

Ket : *) coret yang tidak perlu
CC : Arsip



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-02

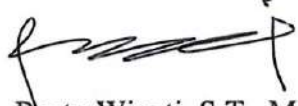
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN
SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Rabu, 05 Juli 2023 Waktu : 13.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary B. NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan
(Studi kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		<ul style="list-style-type: none">⇒ Buat Draft Artikel. (template gunakan Jurnal Pondasi).→ Tabel. 2.1. hal. 10 diteliti/ kaji Sesuai kesimpulan .→ Sertakan Lampiran / data pendukung Setelah Daftar pustaka.→ alternatif Perhitungan Labor yg tersedia / Perhitungan. tangki. (Sigma Tank).	

Cilegon, 05 Juli 2023
Dosen Pembimbing I


Restu Wigati, S.T., M.Eng.
NIP. 198209252010122002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-02

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN
SEMINAR HASIL SKRIPSI


Hari/Tgl : Rabu, 05 Juli 2023 Waktu : 13.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary B. NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan
(Studi kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		cek lagi cumulative infiltration 1,9908 mm → di cek vol seharusnya nilai vol.	
2.		cek lagi diameter pipa penyumbat yg digunakan. (Pemasangan 1/2 inch s/d. 3/4 inch)	
3.		Tambahkan gambar final.	
4.		Ceambi s.2. → grate dibikin. Sama.	
5.		cek lagi turunan antara 1/2 1/2 1/2 yg masuk pada infiltrasi tank.	

6. cek lagi sama. dan
parameter tanah temping.

7. cek rasio infiltrasi
tank

Cilegon, 05 Juli 2023
Dosen Pembimbing II


Ngakan Putu Puranditya, S.T., M.T.
NIP. 198909122019031008



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-03

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Rabu, 05 Juli 2023

Waktu : 13.00 WIB

Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga

NPM : 3336190042

Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan
(Studi kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	<u>Restu Wigati, S.T., M.Eng.</u>	NIP. 198209252010122002	1.
2.	Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.	NIP. 198909142019031008	2.

Cilegon, 05 Juli 2023
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP.198601312019032009



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-04

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Rabu, 05 Juli 2023

Waktu : 13.00 WIB

Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga

NPM : 3336190042

Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang Berkelanjutan
(Studi kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	NAMA	NPM	TANDA-TANGAN	KET.
1.	Malisa Hanum	3336190066	1.	
2.	Ratu Anggita A.	3336190071	2.	
3.	Alvi Aditya R.	3336190057	3.	
4.	Ninda Nurhamidah		4.	
5.	Tyrta. Aulia	3336190029	5.	
6.	Ismail Ibn	3336190059	6.	
7.	Dem Dwi Dharmawan	3336190009	7.	
8.	Nurul Fitri Ramadhan	3336190061	8.	
9.			9.	
10.			10.	
11.			11.	
12.			12.	
13.			13.	

Cilegon, 05 Juli 2023
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP.198601312019032009



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-05

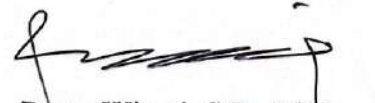
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

BUKTI PERBAIKAN LAPORAN HASIL SKRIPSI

Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NPM : 3336190042

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
1.		Buat draft artikel (gunakan template jurnal fondasi)		
2.		Tengkapi tabel 2.1 sesuai kesimpulan	2	10
3.		Sertakan lampiran (data pendukung setelah daftar pustaka.		
4.		Buat alternatif peruntukan lahan yang tersedia untuk perletakan tanki (sigma tank)	5	

Cilegon, 05 Juli 2023
Dosen Pembimbing I


Restu Wigati, S.T., M.Eng.
NIP. 198209252010122002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-05


Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

BUKTI PERBAIKAN LAPORAN HASIL SKRIPSI

Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NPM : 3336190042

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
1.		Cumulative infiltration di waktu 0 harusnya 0	5	
2.		Diameter pipa plumbing biasanya $\frac{1}{2}$ inch - $\frac{3}{4}$ inch.	5	
3.		Tambahkan gambar final		
4.		Gambar 5.2 \rightarrow berikan satuan		
5.		Cek hubungan antara intensitas yang masuk pada infiltration tank.		
6.		Cek satuan parameter tanah lempung.		
Am				

Cilegon, 05 Juli 2023
Dosen Pembimbing II


Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.
NIP. 198909142019031008



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-06

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

BUKTI KEHADIRAN TELAH MENGIKUTI SEMINAR

Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga

NPM : 3336190042

SEMINAR YANG PERNAH DIKUTI

NO	JUDUL	Mahasiswa	Paraf ¹
1.	Analisis Sistem Drainase Menggunakan Program EPA SWMM 5.2 (Studi Kasus : Kampus B FT UNTIRTA)	Rizky Nur (3336190047)	
2.	Analisis Pengaruh Groundsill Pada Jembatan Terhadap Karakteristik Aliran (Model Fisik)	Azarine Vasthi (3336190040)	
3.	Pengaruh Tinggi Bukaan Pintu Air Pada Pelimpah Embung Terhadap Karakteristik Aliran (Model Fisik)	Feni Adianti (3336190037)	
4.	Analisis Pola Peoperasian Pompa Air Untuk Pengendalian Banjir Pada Sistem Folder	TS Raehan (3336190063)	
5.	Analisis Modulus Esilien Terhadap Campuran Lapis Aspal Beton Antara (AC-BC) Dengan Modifikasi Slag Nikel	Dimas Bagoes A (3336190023)	
6.	Karakteristik Modulul Resilien Pada Pemanfaatan Slag Nikel Sebagai Bahan Ganti Agregat Dalam Campuran Beraspal Lapisan Antara (AC-BC)	Denisa A. M (3336190005)	
7.	Pemanfaatan Slag Nikel Sebagai Bahan Pengganti Agregat dalam Campuran Beraspal Lapissan AUS (AC-WC)	M. Afu Zaiyna (3336190041)	
8.	Analisis Bangkitan dan Tarikan pergerakan antar Zona Kecamatan di Kota Cilegon	Ninda Nurhamidah (3336190010)	
9.	Analisis Permodelan Bangkitan dan Tarikan pergerakan antar Zona Kecamatan di Kota Tangerang	Upik Laila H. (3336190064)	
10.	Analisis Permodelan Bangkitan dan Tarikan Pergerakan Antar Zona Kecamatan di Kabupaten Serang	Malisa Hanum F. (3336190066)	

¹ paraf pembimbing 1 skripsi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-01

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SURAT PERMOHONAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Nama Mahasiswa : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
Nomor Mahasiswa : 3336190042
Alamat Mahasiswa : Komp. Taman Cilegon Indah blok H1 no. 22, Cilegon, Banten
Dosen Pembimbing : 1. Restu Wigati, S.T., M.Eng.
2. Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.

dengan prestasi studi 3,64 sampai dengan tanggal: 14 Juli 2023 terlampir. Dengan ini saya mengajukan permohonan untuk dapat menyelenggarakan sidang akhir skripsi.

Cilegon, 14 Juli 2023

Pemohon,

Catherina Trilera Hapsary B.

PEMERIKSAAN (oleh Koord. Skripsi)

No	Perihal	Catatan
1.	Hasil studi kumulatif (≥ 139 sks dan $IPK \geq 2,00$)	147 sks, $IPK 3,64$
2.	Hasil studi kumulatif (nilai $D \leq 10$ %)	Nilai $D 0,68$ %
3.	Draf laporan telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 4 eksemplar	
4.	Formulir Pendaftaran (TA-03) dari Online: SISTA	
5.	Berita Acara Sidang Akhir (TA-04) dari Online: SISTA	
6.	Formulir Penilaian Skripsi (TA-05) dari Online: SISTA	
7.	Formulir Revisi Laporan Skripsi (TA-06) dari Online: SISTA	
8.	Daftar hadir dosen (Ahr-02)	
9.	Formulir saran & masukan (Ahr-03)	
10.	Transkrip Nilai Mahasiswa ditandatangani Mahasiswa	
11.	Form bukti pelaksanaan seminar hasil (Hsl-01 sampai Hsl-06)	
12.	Sertifikat TOEFL Lab. Bahasa FT. Untirta (Min. Score 400)	

Sidang Akhir tersebut dapat dilaksanakan, waktu dan tempat seminar harap dikonsultasikan dengan Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji.

Cilegon, 14 Juli 2023

Koordinator Skripsi,

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP. 198601312019032009

Dibuat rangkap 3 untuk:

1. Mahasiswa ybs
2. Koordinator Skripsi

* Pendaftaran Sidang Akhir Skripsi selambat-lambatnya 5 hari kerja sebelum sidang dilaksanakan.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-01

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Jumat, 21 Juli 2023
Waktu : 10.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga
NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan (Studi kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Restu Wigati, S.T., M.Eng.	198209252010122002	1.
2.	Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.	198909142019031008	2.
3.	Dr. Subekti, S.T., M.T.	197506122008011020	3.
4.	Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.	197704042009121001	4.

Cilegon, 21 Juli 2023
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP.198601312019032009

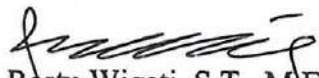


SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Jumat, 21 Juli 2023 Waktu : 10.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		<p>- Cebe schran → KDM.</p> <p>- Judul. → f dan.</p> <p>Revisi. → labah & kelas dia.</p> <p>- Judul → 2 jurnal. → RWHS } 1 Artikel. → SWM.</p> <p>File semua 21 & buat dlm link Gdrive... excel, word, pdf, software, ko e-book dll.</p> <p>- Ref. dan daftar pustaka (artikel / jurnal tersebut).</p> <p>Acc. Perbaikan Lap. skripsi 2/8 2023</p>	

Cilegon, 21 Juli 2023
Dosen Pembimbing I


Restu Wigati, S.T., M.Eng.
NIP. 198209252010122002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-03


Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id ~

SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Jumat, 21 Juli 2023 Waktu : 10.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		1. cek lagi Sabun CH di grafik ABM 2. skala gambar final diperbaiki	

Cilegon, 21 Juli 2023
Dosen Pembimbing II


Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.
NIP. 198909142019031008



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-03

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Jumat, 21 Juli 2023 Waktu : 10.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		<i>Catatan di draft</i>	

Cilegon, 21 Juli 2023
Dosen Penguji I

Dr. Subekti, S.P., M.T.
NIP. 197506122008011020



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-03

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Jumat, 21 Juli 2023 Waktu : 10.00 WIB
Nama Peserta : Catherina Trilera Hapsary Bilakonga NPM : 3336190042
Judul Skripsi : Konsep dan Desain Teknologi *Rain Water Harvesting System* serta
Stormwater Infiltration Tank Kampus E Untirta Sindangsari yang
Berkelanjutan (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		Perbaiki satuan pada grafik ABM	

Cilegon, 21 Juli 2023
Dosen Penguji II


Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T.,M.T.
NIP. 197704042009121001



Ministry of Education, Culture, Research and Technology
FACULTY OF ENGINEERING UNTIRTA
Language Development Center

No. TO-06-08/LDC-FT/VI/2023

This Certificate is Valid for Two Years

To Whom It May Concern
This is To Certify That

Catherina Trilera Hapsary Bilakonga

has taken a test equal to TOEFL Prediction and has achieved the following Scores :

* Section 1 Listening Comprehension	: 49
* Section 2 Structure and Written Expression	: 40
* Section 3 Reading Comprehension	: 48
Total Score	: 457

Cilegon, June 26th 2023

Dean



Prof. Dr.- Ing. Ir. Asep Ridwan, ST., MT., IPU.

NIP. 197603022003121003

Head of

Language Development Center



Atia Sonda, S.Si., M.Si

NIP. 199209232020122008

LAMPIRAN
DATA CURAH HUJAN
STASIUN BMKG MARITIM SERANG



ID WMO : 96737
 Nama Stasiun : Stasiun Meteorologi Maritim Serang
 Lintang : -6.11185
 Bujur : 106.11000
 Elevasi : 100
 Tahun : 2013

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	1	0	0	0	0	9	4	0	0	0	0	0
2	5	34.8	0	0	85	0	0.2	1	0	0	0	0
3	0	2.5	0	0	0	0	10.7	0	0	0	0	0
4	0	19	75	14.2	0	3	0	1.1	9	0	0	0
5	5	17.5	101	6.8	0	0	33	0.7	6	0	0	0
6	20	1	0	0	0	0	25	0	1	0	0	0
7	14	4.8	0	35.6	0	0	0	0	0	0	0	0
8	5	0	0	0.3	1	0	0	33	0	0	0	0
9	41	0	1	9.6	0	0	5	0	0	0	0	0
10	23	2	3	1.1	31	0	36	0	0	0	0	0
11	17	0.3	0	8.8	1	0	0	6	1	0	0	0
12	1	0	0	0	44	14	1	0	0	0	0	0
13	55	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
14	14	0	0	0	2	11	64	0	0	0	0	0
15	64	1	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0
16	35	8.1	22	0	2	0	36	0	1	0	0	8.3
17	20	32.6	18	0	0	2	2	0	1	0	0	0
18	0	19.7	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0
19	0	31.3	1	0.3	0	0	4	46	9	0	0	5.5
20	5	0.8	4	0	11	0	2	34	0	0	0	0
21	1	7	0	0	36	0	1	0	0	0	0	5
22	0	7.5	0	12.8	2	0	1	0	0	0	0	30.5
23	12	6.1	1	1.8	0	0	0	0	0	0	0	130
24	40	16	0	0	0	0	4	0	0	0	0	5.4
25	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	36	0	0	8.9	7	0	11	0	0	0	0	0
27	1	0	0	0	3	5	1	0	0	0	6	0
28	0	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0
29	0		2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
30	2		0	0	19	1	2	0	7	0	0	0
31	0		1		3		0.7	0		0		60.5
MAX	64	34.8	101	35.6	85	14	64	46	9	0	6	130



ID WMO : 96737
 Nama Stasiun : Stasiun Meteorologi Maritim Serang
 Lintang : -6.11185
 Bujur : 106.11000
 Elevasi : 100
 Tahun : 2014

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	31.3	0	0.3	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0.4
2	0	9	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	7	0	0	0.1	0	0	0	0	0	7	0
4	0	9.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.7
5	17	0	1.5	0	0	0	45.3	0	5.4	0	0	0
6	13	10.3	6	0	0	3.9	4	0	0	0	0	0
7	10.5	1.2	1.6	5.3	0.4	0	0	0	0	0	0	1
8	39.5	0	0	11.3	0	0	15.8	0	0	0	0	1
9	5.5	37.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23.6
10	0	3.5	2.5	0	0	0	30.3	0	0	0	0	0
11	0	8	8.6	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0
12	26.7	0	48.1	2.7	4.1	0	0	0	0	0	36.7	0
13	20	0	1.5	0	11.4	0	8	9.2	0	0	0	0.5
14	22.1	6.3	0	1.8	4.5	0	61	0	0	0	5.5	17.8
15	41.8	29	6.1	0.2	0	0.4	0	0.4	0	0	0	0.2
16	13.7	1.1	0	0	0	6.5	8	0	0	0	6.9	1.3
17	19.4	0	0	0	4.8	0	32	0	0	0	1	0
18	4.5	5.3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
19	7.3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0
20	1.2	0	0	0	0.7	0	9.8	0	0	0	5.5	1.7
21	44	0	0.3	0	0	0	1.2	0	16.4	0	0	0
22	26.8	18.5	0.2	0	0	0	13.1	0	0	0	0	7.3
23	0	3	4.1	0	4.1	0	0	0	0	0	0	29.5
24	2.1	3	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	15.8	10.5	0	0	0	1	0	0	0	0	11	0.7
26	0	27.2	14.6	0	9	22	0	0	0	0	2.6	0
27	0	11.1	0	0	48.6	0	0.1	0	0	20.4	0	12.6
28	12.5	0	0	12.8	20.9	0	3.8	0	0	0	0	15.9
29	1		0	0	1.8	0	0	0	0	0	36	1.8
30	0.4		0	2	0	1	0	0	0	0.6	37.8	0.9
31	0		0		0.3		0	0		0		3
MAX	44	37.5	48.1	12.8	48.6	22	61	9.2	16.4	20.4	37.8	29.5



ID WMO : 96737
 Nama Stasiun : Stasiun Meteorologi Maritim Serang
 Lintang : -6.11185
 Bujur : 106.11000
 Elevasi : 100
 Tahun : 2015

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	60.8	14.6	15	0	0	0	0	0.5	0	0	0.3	6.1
2	37.4	18.2	19.5	0	0	17.2	0	0	0	0	0.1	0.4
3	12.4	0	28.4	3	0	36.1	0	0.5	0	0	0	0
4	42.4	0	0.5	0	26	0	0	0	0	0	0	0
5	25.8	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	3.1
6	0.2	37.1	1	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0
7	0	2.7	5.9	0	0	0	0	1.2	0	0	0	0
8	0	24	4.3	0.2	0	6.8	0	0	0	28.5	6.6	0
9	2.4	26	0.3	0	0.5	13	0	0	0	0	0	25.8
10	1.5	31.2	34.3	0	0	10.1	0	0	0	0	0	0
11	0	0.5	12.8	0	0	0	0	2	0	0	0	1.3
12	2.8	10	15.5	0.1	0	0.2	4.2	0	0	0	0.2	0
13	48.3	16.2	5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	22.9	3	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
15	32	0	0	7.8	4	0	0	0	0	0	0	4.3
16	17	0	2.3	0	8.4	0	0	0	0	0	0	22.6
17	0.5	8.5	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	40.9
18	0	0.6	0	32	0	0	0	0	0	0	0	21.4
19	0	15.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	10.5
20	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	5.7
21	22.2	0	0.5	27	0	0	0	0	0	0	0	5.7
22	10.7	0	6.7	0.2	0	0	0	0	0	0	0.5	6.2
23	2.3	0	35.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	4.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26.5	0
25	3.5	0	0	4.9	0	0	0	0	0	0	2.1	0
26	0.8	0	0	18.1	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	16.8	5.1	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0
28	0	16.5	0.2	29.9	0	0	0	0	0	0	2.6	0
29	2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1.5		0	2	0	0	0	7.5	0	0	15.2	0
31	0.6		0		0		0			0		0
MAX	60.8	37.1	35.2	32	26	36.1	4.2	7.5	0.2	28.5	26.5	40.9



ID WMO : 96737
 Nama Stasiun : Stasiun Meteorologi Maritim Serang
 Lintang : -6.11185
 Bujur : 106.11000
 Elevasi : 100
 Tahun : 2016

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	0.5	7	32.7	0	54.2	0.8	28.4	8.9	0	3.5	0	9.2
2	2.3	7.9	0	16.1	0	0	0	0	0.3	0	0	0
3	0	4.2	4.5	0	22.6	0	0	3.6	23.3	31.2	0	40.7
4	0	0.2	0	0	0	0	0	0	12.4	0	0	8.8
5	0	1.8	2.7	0	0	0	0	0	0.7	1.8	0	44.1
6	0	3	0	0	4.3	0.4	2.2	0	1.1	0.7	0	6.2
7	0	0	1.2	0	0	6.2	0	0	0	0	0	6
8	0	0.6	26.2	0	0	0	26.8	0	2	10.4	0	0
9	0	73.1	9.8	0	5	0	0	0.7	0	0.6	0	0
10	0	1.3	0	0	0	16.5	0	0	0	0.2	0	0
11	0	7.2	24	2.6	0	0	21	0	0	0.9	24.4	0
12	0	9.7	0	9.6	0.4	0	0	0	14	2.8	9	6.4
13	0	3.5	22.6	0	0	0	2.4	0	0	0	7.6	1.2
14	2	0.4	0	0	1.6	1.8	0.6	11.5	0	12.2	1.3	3
15	0.4	0	0	0	0	0	0	6.7	0	0	3.4	2.7
16	2.5	0	1.3	5.2	0	26.6	0	1.7	8.8	0	0	2.4
17	0	4.4	0.9	0	0	0	0	1	0	0	0	0
18	0.2	2.7	1.8	7.3	1.5	33.8	37.5	0	1.9	0	0	0
19	0	0	2.5	0	0	2.6	6	0	0	1	49.8	1.2
20	11.4	4.7	0	27.7	0	0	1.5	0	40	3	0	0.3
21	0	6.1	0	5.8	0	0	1	0	0	3.4	0.3	0
22	0	0	0	0	5.1	0	0	0	3.2	0	0.3	0
23	26.5	0	28.5	7.5	5.8	0	0	0	0	45.8	2.6	2.6
24	0.4	2.4	0	1	2.5	0	0	0	1.5	11.8	0.5	0
25	33.8	21.6	0	0.3	21.8	0.8	1.3	0.3	0	4.2	5	5.2
26	25	89.6	2.1	1	0	0	0	3.3	19.4	10.2	1.6	0
27	0	0.3	3.8	0	8.8	2.3	3.2	0	0	9.6	0	15.2
28	0.5	12.6	6.8	0	0	0	0	0	10.1	2	23	6.6
29	0	7.6	0	0.1	0	0	0	0	10.4	1	9.2	0.6
30	13.6		44.6	3.8	0.8	1.2	3	18.7	9.8	0	0	0
31	7		1.8		2.8		0	30.2		2		1.6
MAX	33.8	89.6	44.6	27.7	54.2	33.8	37.5	30.2	40	45.8	49.8	44.1



ID WMO : 96737
 Nama Stasiun : Stasiun Meteorologi Maritim Serang
 Lintang : -6.11185
 Bujur : 106.11000
 Elevasi : 100
 Tahun : 2017

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	11.7	3	0	3.2	0.6	0.8	0	0	0	0	78.5
2	0	8.3	0	0	12.5	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0	5.7	0	0
4	18	13.5	0.8	0	17	0	0	0	0	11.6	0.6	19.9
5	7.6	0.9	0	5.5	46	0	41.2	0	0	0	4.2	1
6	51.1	2.1	0	7.8	30	2	10.9	0	0	0	0	0
7	13.2	0.1	0	1.7	1.2	0	0	0	11.8	0	3.2	0
8	0	6	12.3	11.8	0.2	0	0	0	0	6.1	0.5	0
9	20.2	0	0	0.4	6.6	0	0	0	0	0	0	2.9
10	22.2	6.4	0	0	5.7	0	0	0	0	2.3	5.2	4
11	45.1	9.8	0	0	0.3	0	0	0	0	37.4	0.2	0
12	18.2	24.4	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0	1.8
13	0	14.8	0	3.7	0	0	0	15.1	0	15.5	0.3	1.3
14	14.2	53.5	0	0	0	40	0	0	0	3.7	3.8	0.4
15	17.1	24.4	0	14.1	0	0	0	0	0	0	8.5	1.2
16	5.6	6	0	0	0	5.4	0	3	0	0	0	0
17	1.7	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	39.8	2
18	5.7	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	15.7
19	0	0	3.1	0	0	0	0	0	0	7.6	18.2	42.5
20	0	54.8	0	10.5	0	0	0	0	0	2	0	7.4
21	0	50.2	0.2	0	0	0	3.6	0	0	0	0	3.5
22	0	3	17.8	4.8	0	0	0	0	0	0	0	26.4
23	4.3	0	38	6.2	0	12	0.9	0	0	10.7	0	1.8
24	0	21.6	0	0	0	0	9	0	0	6.2	0	0
25	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	8.5	0	0	24.6	0	4.8	0	0	0	0	20.9	0
27	2.6	0	15	0	0	27.8	0	0	15.4	0	27.8	0
28	22.2	39.1	0	2.4	0	0	0.3	0	19.2	1.5	17.2	0
29	24.8		0	0	16.6	0	2	0	0	1	2	0
30	17.8		0	0	3.5	8	38	0	1.1	1	1.1	6.3
31	0.2		9.5		0		0	0		0		23.5
MAX	51.1	54.8	38	24.6	46	40	41.2	15.1	19.2	37.4	39.8	78.5



ID WMO : 96737
 Nama Stasiun : Stasiun Meteorologi Maritim Serang
 Lintang : -6.11185
 Bujur : 106.11000
 Elevasi : 100
 Tahun : 2018

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	0	0.2	0	0	37.7	0	0	13.5	0	0	6
2	0	12	0	7.4	0	0	0	0	0.7	0	0.2	18.3
3	0	0	0	4.8	0	0	0	0	9.5	0	0	0
4	7.6	4.9	5	10	1.9	0	0	0	0	0.3	13	5.1
5	0	11.4	68.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	12.6	8.6	3	0.4	0	0	3	0	0	0	1.3	0
7	1.3	25.4	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	2.6
8	0	0.4	0	1.4	0	0	0	0	0	0	0.2	0
9	0	1.2	0	9.2	0	0.4	0	0	0	0	0.7	1.4
10	3	7.6	0	0	5.8	0	0	0	0	0	15.4	0
11	0	4	2.6	0	0	0	0	0	0	0	32	0.2
12	0	0	4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	65.6	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4
14	8.3	2.4	0.5	0.3	0	10.4	0	0	0	0	0	0
15	12.6	18	0	6.8	0	0	0	0	0	0	1.6	15.3
16	9.5	9	0	0	0	24	0	0	0	0	0	22.5
17	0.2	0	0.4	1	10.4	1	0	0	0	0	0	0
18	0	22.4	6.3	10.2	0	0	0	0	0	0	0.8	0
19	40.4	1.9	0	0	3	0	0	0	0	0	0.8	0
20	9.7	0	0	0	9.8	0	0	0	0	37	0	0
21	3	0	23.1	0	17	0	0	0	5.5	0	3.8	0
22	0.2	0	17.1	5.8	5.2	0	0	0	0.7	0	0	0
23	1.7	0	0	5.5	0	0	0	0	0	1.8	0	18.4
24	0	0.2	0	10.6	16.3	59.5	0	0	0	0	39.2	18.2
25	0.9	14.6	17.2	13.7	0	3.1	0	0	0	0	0	8.1
26	6	15.8	0.5	57.4	0.2	7	0	0	0	0	0	29.8
27	9	18.4	5.1	0	0	53.5	0	0	0	0	2	18.5
28	1	0	2.6	9.2	0	0	0	0	0	8.8	0	1.1
29	6.6		0	0	0	0	0	0	0	13.8	0	0
30	7.5		0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
31	0.8		0		0		0	0		25.9		0
MAX	40.4	25.4	68.8	57.4	17	59.5	3	0	13.5	37	39.2	29.8



ID WMO : 96737
 Nama Stasiun : Stasiun Meteorologi Maritim Serang
 Lintang : -6.11185
 Bujur : 106.11000
 Elevasi : 100
 Tahun : 2019

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	55.1	0	8.8	0	0	0	0	0	0	0	0	25.5
2	14.2	4.4	1.1	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0
3	45.4	0	4.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.4	0	0.3	2.7	0	0	0	0	0	0	0	10
5	0	1.2	3.7	1.3	4.8	0	0	0	0	0	17.6	3.6
6	0	1.5	41	0	0	0	6	0	0	0	4.6	0
7	0	13.1	14.8	11.5	15.2	0	0	0	0	0	0	21.1
8	0	1.8	0	2.8	0	3.6	0	0	0	0	0	6.1
9	0.2	18.5	1.6	0	0.2	0	5.2	0	0	0	0	0
10	2.8	0	0	0	5.5	0	3.2	0	0	0	0	0
11	0	0.7	1.4	0	0.2	0	0	0	0	11.2	0	0
12	0	0	16	0.4	0	0	0	0	0	0	0	1.8
13	29.8	0	13.6	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1
14	30.1	9	32.5	0	6.6	0	0	0	0	0	22.6	0
15	0.6	7.1	0	9.4	0	2.3	0	0	0	0	22.4	0
16	3.2	55.6	0.1	1.8	11.3	0.5	0	0	0	0	0	0
17	0.4	47.3	0	15.5	0.5	3.4	0	0	0	0	0	0.2
18	0.2	2	18.2	0	0	0	0	0	0	0	0	5.9
19	0	0	2	26.2	0	0	0	0	0	0	0	3.7
20	13.1	0	26.4	20.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0.6
21	0	0	0	3.2	5.2	0	0	0	0	0	0	0
22	64.9	1.8	1	1.3	0	0	0	0	0	0	1.5	8.4
23	0.4	1.2	5.2	0	0	0	0	0	0	0	4.6	26.4
24	5.4	7.4	11.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	34.8	4.6	0	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0
26	17	1	0	12.1	0	0	0	0	0	0	0	0.6
27	1.5	0	3.8	9.1	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	1.7	1.7	2	0	0	0	0	0	0	0	26.6
29	0		0	13	0	0	0	1	0	0	1.5	31.6
30	12.2		1.2	14	44.2	0.2	0	0	0	0	0	4.6
31	0		0		0		0	0		0		0.2
MAX	64.9	55.6	41	26.2	44.2	3.6	6	1	0	11.2	22.6	31.6



ID WMO : 96737
 Nama Stasiun : Stasiun Meteorologi Maritim Serang
 Lintang : -6.11185
 Bujur : 106.11000
 Elevasi : 100
 Tahun : 2020

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	22	30.5	0.8	0	0	0	0	0	0	1.2	9.6
2	17.6	24.8	3.4	0	21.8	4	0	0	0	0	11.5	0
3	2.2	48.4	0	3.4	0	3.6	0	0	0.3	7.8	0	94
4	14.1	0	0	0	8	0	0	0	0	3.5	0	0
5	4.4	0.4	15.6	7.4	15.2	0	0	0	0	0	20.6	0.3
6	23.8	7.5	0.4	47.2	0	0	0	0	0	0	6.1	15.7
7	4.6	2.1	27.5	0	5.5	0	1.5	0	0	0	0.1	25.6
8	3.3	9.2	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	5.7
9	25.1	12.4	0	39.5	1.6	6.8	5.6	0	0	0.2	0	23.1
10	55.5	0.2	0.5	7.7	0	0	0	0	0	0	0	2.7
11	8.8	0	4	1.8	17.5	0	0	0	8.8	0.4	0.4	0.6
12	1.8	0	29.8	0	3.9	12.7	0.2	0	0	0.8	0.4	1.7
13	0.5	0	25.4	0	26	0	0	0	0	0	0.7	0.3
14	10.3	10	0	7.6	0.2	0	0	24.3	0	0	15.2	0
15	6.5	1.4	0.6	0	0	0	5.8	0	0	0	0	0
16	4.5	17.8	2.4	0.2	0	9.4	0	0	0	0	0.1	10
17	9.8	4.2	0.4	0	0	0	0	1	0	1.6	2.1	1.2
18	0	23.4	14.7	3	4.6	0	0	0	0	0	0	13.4
19	0	0.4	0	0.7	53.2	17.1	0	0	0	0	0	3.6
20	0	27.4	1	0	0	4.3	0	0	0	0	0	8.3
21	0	26.4	18.1	0	24.4	0	2.3	3.5	0	0	19.2	15.3
22	12.5	0.5	54.4	48.2	0	4.6	15.5	0	0	7.3	0	6.3
23	1.2	6.8	13.8	0	3.7	17.4	0	0	0	0.6	1.2	2
24	10	0.8	2	0	0	0	0	0	0	0	39	0
25	26.8	16.8	0	18.6	0	0	0	0	0	5.4	0	2.6
26	6.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.7
27	36	33.8	0	2.1	0	0	0	0	0	15.8	0	0
28	4.6	1.6	42.2	13.8	0	0	0	0	0.3	0	0	2.4
29	10.4	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3	0	0.4
30	66.6		0	0	0	0	0	0	0	0.4	13.3	3.4
31	0.5		0.5		0		0			16		1.5
MAX	66.6	48.4	54.4	48.2	53.2	17.4	15.5	24.3	8.8	16	39	94



ID WMO : 96737
 Nama Stasiun : Stasiun Meteorologi Maritim Serang
 Lintang : -6.11185
 Bujur : 106.11000
 Elevasi : 100
 Tahun : 2021

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	4.5	0	0	39.8	0.4	4.3	0.2	0	2.6	0	1.8	0
2	10.2	15.6	25.5	0	5	0	0.1	2	0	0	18.4	0
3	0	59.1	3.8	77.8	0.2	0	0	12.2	0	0.4	1.4	0
4	0	2.2	23.2	15	0.5	0.6	0	0.6	0	0	1.8	3.4
5	0	21.4	8.2	0	0	61.6	0	0	0	0	0	3.8
6	3.4	8.4	0	8.8	0	0	0	0	3.4	0	0	13.8
7	9.7	6.4	1.5	2.2	0	2	0	0	7.6	0	0	48.2
8	0	36.6	0.1	0.2	0.4	2	0	0	12.2	0	10	0.2
9	0.8	2.7	0	0	2.8	0	0	0	0	0	9.2	1.5
10	13.6	0	1.6	3.2	0	0	0	4.8	0	0	20.9	27.5
11	0	1.9	17.9	2.8	0	0	0.2	0	0	0	0.4	4.2
12	22.4	0	0.2	26	0	10.5	0.6	0	0	0	0.2	0
13	0.6	0.5	0	5.8	0	1	0.2	0	33.4	1.4	0.2	0
14	0	9.8	0	0.6	0	0	6	0	105.8	0	0	0
15	0	11.2	5.8	0.8	0	0	0	0	0.6	0	11	0
16	0.4	0	0	34	0	0	0	0	0.4	0	1.8	1.5
17	0	11.4	12.6	0	0	0	0	0	0	0	0	9.9
18	0.6	0	0	0	6.6	4.5	0	0	12.5	8.3	0	3.5
19	1.1	33	0	0	0	1.3	0	1	0	52.6	17.8	0
20	7	8.7	0	0	0	0	0	0	6.2	2.8	4.2	0
21	4	8.8	7.4	15.6	0	8.1	0	0	0	1.6	0.4	5.8
22	0	0	0	0	5.2	0.2	0	0	8	0.9	0.9	1.9
23	0	0	0	0	0.1	0	0	0	8.8	0	10.2	0.2
24	25.8	7	0.4	0	5.1	29.7	38	0	0	0	0.4	20.1
25	7.6	16.8	0.4	1.4	8	1.1	0	10.2	0	0	0	0.6
26	0.2	3.7	1	0	0	0	0	0.5	0	0	0	52.5
27	34.5	18	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0.2	3.4
28	19.6	0	6.7	0	0	0	0	0	6.4	4	16.6	0.5
29	6.3		4.1	0	7.4	0	0	0	0	16.7	77.4	13.8
30	13.1		0	0	8.2	0	0	0	0	0	4	3.9
31	13.3		0		0		0	0		1.8		15.5
MAX	34.5	59.1	25.5	77.8	8.2	61.6	38	12.2	105.8	52.6	77.4	52.5



ID WMO : 96737
 Nama Stasiun : Stasiun Meteorologi Maritim Serang
 Lintang : -6.11185
 Bujur : 106.11000
 Elevasi : 100
 Tahun : 2022

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	1.2	0	180.4	0	1	26.5	0	0	0	0	0	0
2	0	0	19.9	0	1	0	0	0	0.9	21.2	0	0
3	3.3	0	7.1	0	0	0	3	0	0.8	0	0	0
4	0	2.6	26.5	0	1	0	2.4	7.8	0	0	7.5	0
5	0	4.9	0	0	7.5	0	0	0.5	0	30	1.6	0
6	1.2	8.1	16.5	0	0	0	1.5	2	4	68.5	24.1	0
7	0.2	1	5.1	0	0	0	0	0	1	20.4	0	0
8	0	0.4	0	0	46	3	0	0	7	1.1	0.1	24.7
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3	0	10.4	0
10	1.5	20.5	2.4	0.8	1.1	5	0	0	1.1	3.8	2	3.8
11	28.8	0	0	18	0.4	12.1	0	0	0	0	0	0
12	8.4	0	3.6	0.2	3	1	0	10	0.8	0	10.7	18.3
13	4.6	0.3	0.2	1.7	0	18.2	0	0	0	0	0	2
14	14	3	0.3	24.1	0	4.8	0.1	0	0	0.1	40	0.1
15	14.5	0.5	0	0	0	7.3	0	0	0	0	0	0
16	0	0	4.2	0	0	5.6	26.7	8.1	0	0	0	0
17	0	0.2	0	0	0.7	1.8	3.1	2.5	0	0	38	0
18	1.3	5.3	0.3	22.2	12.7	2.3	0	40.6	0	0	18.2	0
19	3.9	2.2	0	0	15.8	0	0	0	0	0	0.1	0
20	7.6	0	0	1.8	18.4	0	0	0	0	0	0	0.6
21	8.2	10.3	0.9	1.2	14.7	0	0	0	0	0	2	0.6
22	7.4	4.5	1.7	1.4	0	4.9	0	24	9	0	0	3.5
23	0	0.8	0	3	0	0	0	0	8	1.7	0	2
24	0	16.5	0	2.4	0.7	0	0	0	19.6	0	1.6	0
25	0	4.5	0	0	0	0.5	0	0	0	2.3	0.1	8
26	0.9	12.6	0	0	0	0	6.3	0	0	50.8	0.1	12.4
27	0	12.3	4.7	0	0	5.3	0	0	3.1	0.5	0	21.1
28	0	10.5	13.7	99.8	28.6	16.3	0	0	0	0	0	5.5
29	0.8		0	7.9	16.9	0	0	5.2	0	0	0.2	36.5
30	0		0	0	2.8	0	0	0.4	0	0	0	2.8
31	1.3		0		19.3		0	0		0		10.5
MAX	28.8	20.5	180.4	99.8	46	26.5	26.7	40.6	19.6	68.5	40	36.5

LAMPIRAN
TABEL REFERENSI

Lampiran 1 - Nilai variabel reduksi Gauss

No	Periode Ulang (T) Tahun	Peluang	K_T
1	1.001	0.999	-3,05
2	1.250	0.800	-0,84
3	1.670	0.599	-0,25
4	2.500	0.400	0,25
5	2.000	0.500	0
6	5.000	0.200	0,84
7	10.000	0.100	1,28
8	20.000	0.050	1,64
9	50.000	0.020	2,05
10	100.000	0.010	2,33

(Sumber : Soewarno, 1995)

Lampiran 2 - Nilai Reduksi Variat (Y_T)

No	Periode Ulang (Tahun)	Reduced Variate (YT)
1	2	0,3665
2	5	1,4999
3	10	2,2502
4	20	2,9606
5	25	3,1985
6	50	3,9019
7	100	4,6001
8	200	5,296
9	500	6,214
10	1000	6,919
11	5000	8,539
12	10000	9,921

(Sumber : C.C. Soemarto, 1999)

Lampiran 3 - Nilai Rata-Rata Reduksi Mean (Y_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.507	0.51	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.522
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.53	0.582	0.5882	0.5343	0.5353
30	0.5363	0.5371	0.538	0.5388	0.5396	0.54	0.541	0.5418	0.5424	0.543
40	0.5463	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5468	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.553	0.5533	0.5535	0.5538	0.554	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.555	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567

80	0.5569	0.557	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.558	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.56									

(Sumber : C.C. Soemarto, 1999)

Lampiran 4 - Nilai Rata-Rata Standar Deviasi (Sn)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0315	1.0961	1.1004	1.1047	1.1080
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1923	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2046	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065									

(Sumber : C.C. Soemarto, 1999)

Lampiran 5 - Karakteristik Distribusi Log Pearson III (K_T)

Koef. Kmcengangan (Cs)	Periode Ulang (Tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3	-0.396	0.42	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2.5	-0.36	0.518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2.2	-0.33	0.574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2	-0.307	0.609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1.8	-0.282	0.643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1.6	-0.254	0.675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1.4	-0.225	0.705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1.2	-0.195	0.732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1	-0.164	0.758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0.9	-0.148	0.769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0.8	-0.132	0.78	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312	4,250
0.7	-0.116	0.79	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0.6	-0.099	0.8	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0.5	-0.083	0.808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0.4	-0.066	0.816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0.3	-0.05	0.824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0.2	-0.033	0.83	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0.1	-0.017	0.836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0	0	0.842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0.1	0.017	0.836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0.2	0.033	0.85	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0.3	0.05	0.853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0.4	0.066	0.855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0.5	0.083	0.856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0.6	0.099	0.857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0.7	0.116	0.857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0.8	0.132	0.856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837	2,035
-0.9	0.148	0.854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1	0.164	0.852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1.2	0.195	0.844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1.4	0.225	0.832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1.6	0.254	0.817	0,994	1,116	1,166	1,200	1,216	1,280
-1.8	0.282	0.799	0,945	0,035	1,069	1,089	1,097	1,130
-2	0.307	0.777	0,895	0,959	0,98	0,99	1,995	1,000
-2.2	0.33	0.752	0,844	0,888	0,9	0,905	1,907	0,91
-2.5	0.36	0.711	0,771	0,793	0,798	0,799	1,800	0,802
-3	0.396	0.636	0,66	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

(Sumber : C.C. Soemarto, 1999)

Lampiran 6 - Nilai kritis untuk distribusi Chi-Kuadrat (uji satu sisi)

DK	α Derajat Kepercayaan				
	0.5	0.1	0.05	0.01	0.05
1	0.455	2.706	3.841	6.635	3.841
2	1.386	4.605	5.991	9.210	5.991
3	2.366	6.251	7.815	11.345	7.815
4	3.357	7.779	9.488	13.277	9.488
5	4.351	9.236	11.071	15.086	11.071
6	5.348	10.645	12.592	16.812	12.592
7	6.346	12.017	14.067	18.475	14.067
8	7.344	13.362	15.507	20.090	15.507
9	8.343	14.684	16.919	21.666	16.919
10	9.342	15.987	18.307	23.209	18.307
11	10.341	17.275	19.675	24.725	19.675
12	11.340	18.549	21.026	26.217	21.026
13	12.340	19.812	22.362	27.688	22.362
14	13.339	21.064	23.685	29.141	23.685
15	14.339	22.307	24.996	30.578	24.996
16	15.339	23.542	26.296	32.000	26.296
17	16.338	24.769	27.587	33.409	27.587
18	17.338	25.989	28.869	34.805	28.869
19	18.338	27.204	30.144	36.191	30.144
20	19.337	28.412	31.410	37.566	31.410
21	20.337	29.615	32.671	38.932	32.671
22	21.337	30.813	33.924	40.289	33.924
23	22.337	32.007	35.172	41.638	35.172
24	23.337	33.196	36.415	42.980	36.415
25	24.337	34.382	37.652	44.314	37.652
26	25.336	35.563	38.885	45.642	38.885
27	26.336	36.741	40.113	46.963	40.113
28	27.336	37.916	41.337	48.278	41.337
29	28.336	39.087	42.557	49.588	42.557
30	29.336	40.256	43.773	50.892	43.773

(Sumber :Suripin, 2004)

Lampiran 7 - Nilai Δkritik uji Smirnov-kolmogorov

N	α Derajat Kepercayaan			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50	$\frac{1.07}{N^{0,5}}$	$\frac{1.22}{N^{0,5}}$	$\frac{1.36}{N^{0,5}}$	$\frac{1.63}{N^{0,5}}$

Sumber : Bonnier, (1980) dalam Suripin, (2004)

Lampiran 8 – Nilai Panjang Hari Kota Serang

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	12.28	12.22	12.13	12.02	11.53	11.47	11.46	11.5	11.59	12.09	12.19	12.27
2	12.28	12.22	12.12	12.02	11.53	11.47	11.46	11.51	11.59	12.09	12.19	12.27
3	12.28	12.21	12.12	12.02	11.53	11.47	11.46	11.51	11.59	12.09	12.2	12.27
4	12.28	12.21	12.12	12.01	11.52	11.47	11.46	11.51	12	12.1	12.2	12.27
5	12.28	12.21	12.11	12.01	11.52	11.46	11.46	11.51	12	12.1	12.2	12.27
6	12.27	12.2	12.11	12.01	11.52	11.46	11.46	11.52	12	12.1	12.2	12.27
7	12.27	12.2	12.11	12	11.52	11.46	11.47	11.52	12.01	12.11	12.21	12.27
8	12.27	12.2	12.1	12	11.51	11.46	11.47	11.52	12.01	12.11	12.21	12.28
9	12.27	12.19	12.1	12	11.51	11.46	11.47	11.52	12.01	12.11	12.21	12.28
10	12.27	12.19	12.1	11.59	11.51	11.46	11.47	11.53	12.02	12.12	12.22	12.28
11	12.27	12.19	12.09	11.59	11.51	11.46	11.47	11.53	12.02	12.12	12.22	12.28
12	12.26	12.18	12.09	11.59	11.5	11.46	11.47	11.53	12.02	12.12	12.22	12.28
13	12.26	12.18	12.09	11.58	11.5	11.46	11.47	11.53	12.03	12.13	12.22	12.28
14	12.26	12.18	12.08	11.58	11.5	11.46	11.47	11.54	12.03	12.13	12.23	12.28
15	12.26	12.17	12.08	11.58	11.5	11.46	11.47	11.54	12.03	12.13	12.23	12.28
16	12.26	12.17	12.08	11.57	11.5	11.46	11.47	11.54	12.04	12.14	12.23	12.28
17	12.26	12.17	12.07	11.57	11.49	11.46	11.48	11.54	12.04	12.14	12.24	12.28
18	12.25	12.17	12.07	11.57	11.49	11.46	11.48	11.55	12.04	12.14	12.24	12.28
19	12.25	12.16	12.07	11.57	11.49	11.46	11.48	11.55	12.05	12.15	12.24	12.28
20	12.25	12.16	12.06	11.56	11.49	11.46	11.48	11.55	12.05	12.15	12.24	12.28
21	12.25	12.16	12.06	11.56	11.49	11.46	11.48	11.56	12.05	12.15	12.25	12.28
22	12.24	12.15	12.06	11.56	11.48	11.46	11.48	11.56	12.06	12.16	12.25	12.28
23	12.24	12.15	12.05	11.55	11.48	11.46	11.49	11.56	12.06	12.16	12.25	12.28
24	12.24	12.15	12.05	11.55	11.48	11.46	11.49	11.56	12.06	12.16	12.25	12.28
25	12.24	12.14	12.05	11.55	11.48	11.46	11.49	11.57	12.07	12.17	12.25	12.28
26	12.23	12.14	12.04	11.55	11.48	11.46	11.49	11.57	12.07	12.17	12.26	12.28
27	12.23	12.13	12.04	11.54	11.48	11.46	11.49	11.57	12.07	12.17	12.26	12.28
28	12.23	12.13	12.04	11.54	11.47	11.46	11.5	11.58	12.08	12.18	12.26	12.28
29	12.23		12.03	11.54	11.47	11.46	11.5	11.58	12.08	12.18	12.26	12.28
30	12.22		12.03	11.53	11.47	11.46	11.5	11.58	12.08	12.18	12.26	12.28
31	12.22		12.03		11.47		11.5	11.59		12.19		12.28
Rata-rata	12.3	12.2	12.1	11.7	11.5	11.5	11.5	11.5	12.0	12.1	12.2	12.3

(Sumber: <https://www.timeanddate.com/sun/indonesia/serang?month=1&year=2023>)

Lampiran 9 – Tabel Koefisien Kekasaran

Material	<i>Hazen Williams (unitless)</i>	<i>Darcy Weisbach (unitless)</i>	<i>Manning's (unitless)</i>
Cast Iron	130 - 140	0,85	0,012 - 0,015
Concrete or Concrete Lined	120 - 140	1,0 - 10	0,012 - 0,017
Galvanized Iron	120	0,5	0,015 - 0,017
Plastic	140 - 150	0,005	0,011 - 0,015
Steel	140 - 150	0,015	0,015 - 0,017
Vitrified Clay	110		0,013 - 0,015
Rivited steel		3,0 - 30	
Wood stave	120	0,6 - 3	
Drawn Brass or Copper Tubing		0,005	
Commercial steel or wrought iron		0,15	
A sphalted cast iron		0,4	
Extremmely smooth and straight pipes	140		
Old cast iron	100		
Very old and corroded cast iron	80		

(Sumber : Jack B. Evett et al, 1987)

Lampiran 10 - Parameter Tanah Lempung

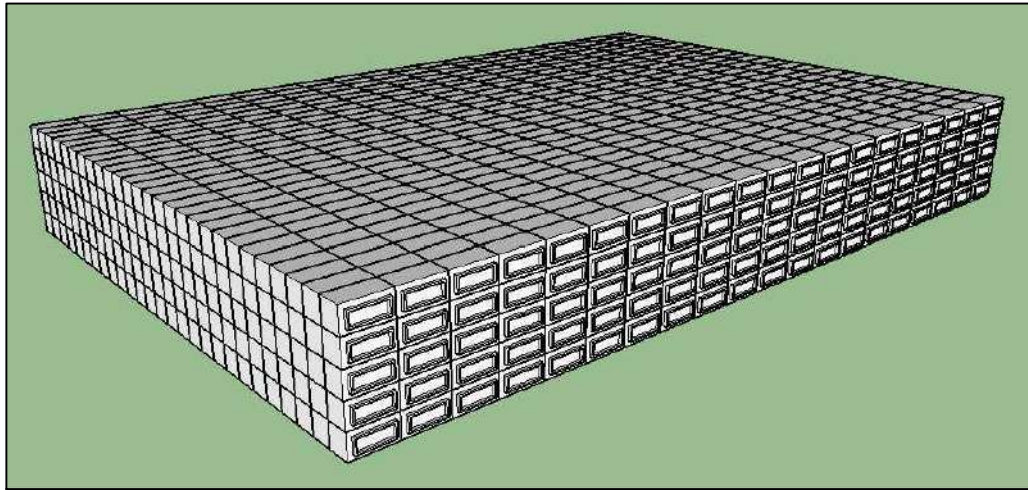
Jenis Tanah	Porosity (n)	Effective Porosity (θ_e)	Effetive Saturation (S_e)	Suction Head	Hydraulic Conductivity K (cm/hr)
Clay (Lempung)	0,475	0,385	0,155	31,63	0,03

(sumber : Chow et al, 1988)

Lampiran 11 – *Loss Coefficient*

<i>FITTING</i>	<i>LOSS COEFFICIENT</i>
Globe valve, fully open	10.0
Angle valve, fully open	5.0
Swing check valve, fully open	2.5
Gate valve, fully open	0.2
Short-radius elbow	0.9
Medium-radius elbow	0.8
Long-radius elbow	0.6
45 degree elbow	0.4
Closed return bend	2.2
Standard tee - flow through run	0.6
Standard tee - flow through branch	1.8
Square entrance	0.5
Exit	1.0

LAMPIRAN
RAIN WATER HARVESTING SYSTEM



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

SKRIPSI

JULI 2023

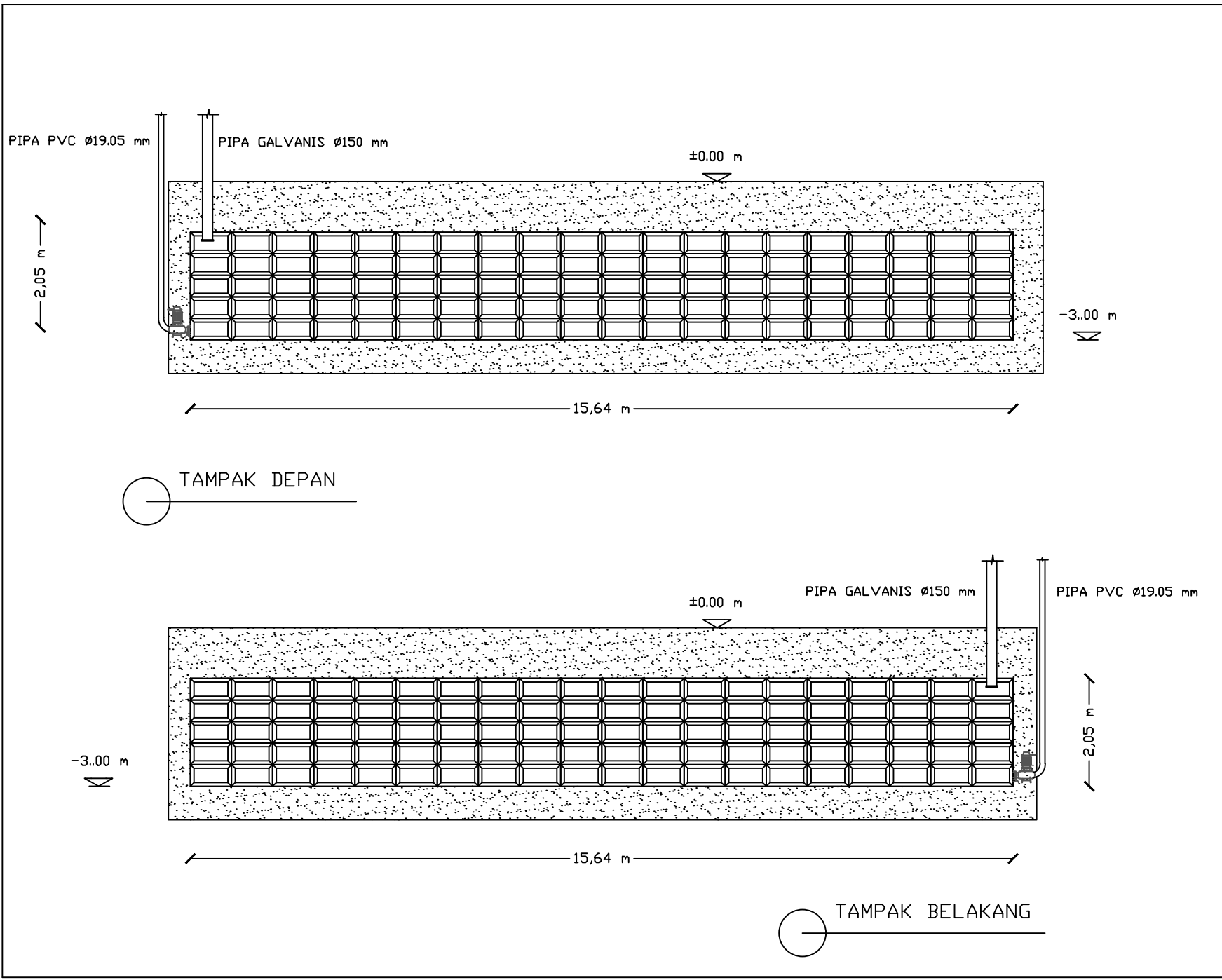
DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PEMBIMBING : RESTU WIGATI, S.T., M.Eng. NIP. 198209252010122002	
DOSEN PEMBIMBING : NGAKAN PUTU PURNADITYA, S.T., M.T. NIP. 198909142019031008	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING : RESTU WIGATI, S.T., M.Eng. NIP. 198209252010122002	
DOSEN PEMBIMBING : NGAKAN PUTU PURNADITYA, S.T., M.T. NIP. 198909142019031008	

GAMBAR	SKALA
PERLETAKAN SIGMA TANK	

DIGAMBAR	PARAF
CATHERINA T 3336190042	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4	ARS	01



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

SKRIPSI

JULI 2023

DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PEMBIMBING : RESTU WIGATI, S.T., M.Eng. NIP. 198209252010122002	
DOSEN PEMBIMBING : NGAKAN PUTU PURNADITYA, S.T., M.T. NIP. 198909142019031008	

DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING : RESTU WIGATI, S.T., M.Eng. NIP. 198209252010122002	
DOSEN PEMBIMBING : NGAKAN PUTU PURNADITYA, S.T., M.T. NIP. 198909142019031008	

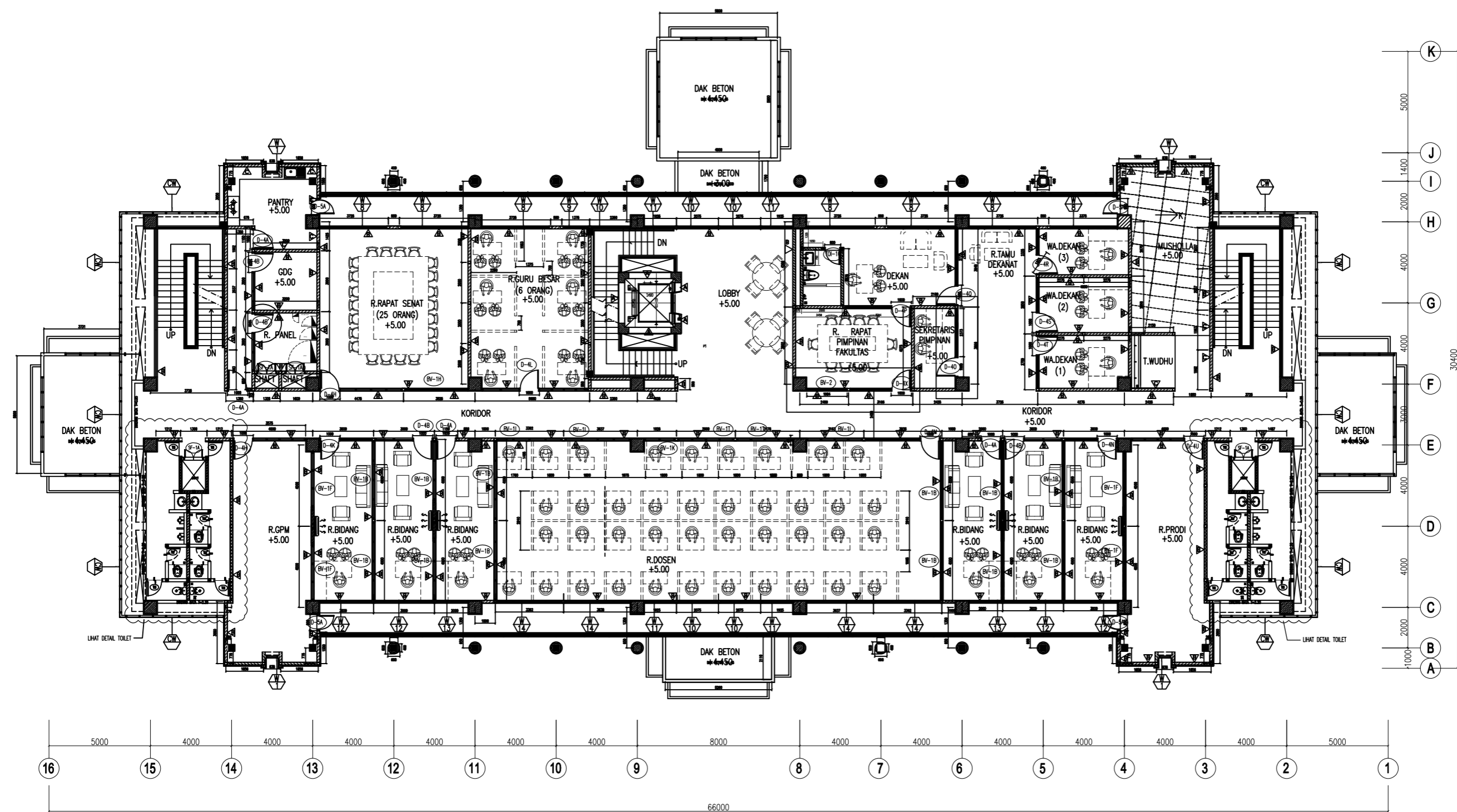
GAMBAR	SKALA
TAMPAK DEPAN DAN TAMPAK BELAKANG SIGMA TANK	

DIGAMBAR	PARAF
CATHERINA T 3336190042	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A4	ARS	01

LAMPIRAN
DENAH LANTAI GEDUNG
FAKULTAS HUKUM

CATATAN :



LEVEL 2 FLOOR PLAN
SCALE 1 : 200

PROYEK


THE CIVIL WORKS FOR THE CONSTRUCTION OF
A NEW CAMPUS OF UNTIRTA SINDANGSARI

MENGETAHUI



MINISTRY OF RESEARCH, TECHNOLOGY
AND HIGHER EDUCATION
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
Jl. JAKARTA RAYA KM. 4 PAKUPATAN Serang
PHONE : (0254) 280330 FAX : (0254) 281254
WEBSITE : www.untirta.ac.id E-mail : info@untirta.ac.id
COMMITMENT MAKING OFFICER

KURNIA NUGRAHA
NIP. 19740104 200101 1 001



PT. PANDU PERSADA
Jl. Raya Pasar Minggu Km. 18 Jakarta 12510
Telp. (021) 722920, 726330-21 Fax : (021) 725983
http://www.pandupersada.com E-mail : ccm@pandupersada.com



PT. YAICA GEMA UTAMA
ENGINEERING CONSULTANT

MENYETUJUI



PT. CIRIAJASA CM
total solution for your successful construction
J. Kerinci II No. 14 Kebayoran Baru - Jakarta 12120
Phone : (021) 722920, 726330-21 Fax : (021) 725983
http://www.ciriajasa.com E-mail : ccm@ciriajasa.com

DIME SUKSMONO HADJI
TEAM LEADER PSC

DIAJUKAN



PT. ADHI KARYA - PT. HUTAMA KARYA, JV
GENERAL ENGINEER CONTRACTOR
Jl. RAYA PASAR MINGU KM.18 JAKARTA 12510
TELP. +62-21 797 4527 Fax +62-21 7974528

AGUS WICAKSONO
PROJECT MANAGER

DIBUAT	PARAF	TANGGAL
P.E.M. FIRZA FAISAL, ST		
DRAFTER BAITUR		

SHOP DRAWING

SUB GAMBAR :

JUDUL GAMBAR :

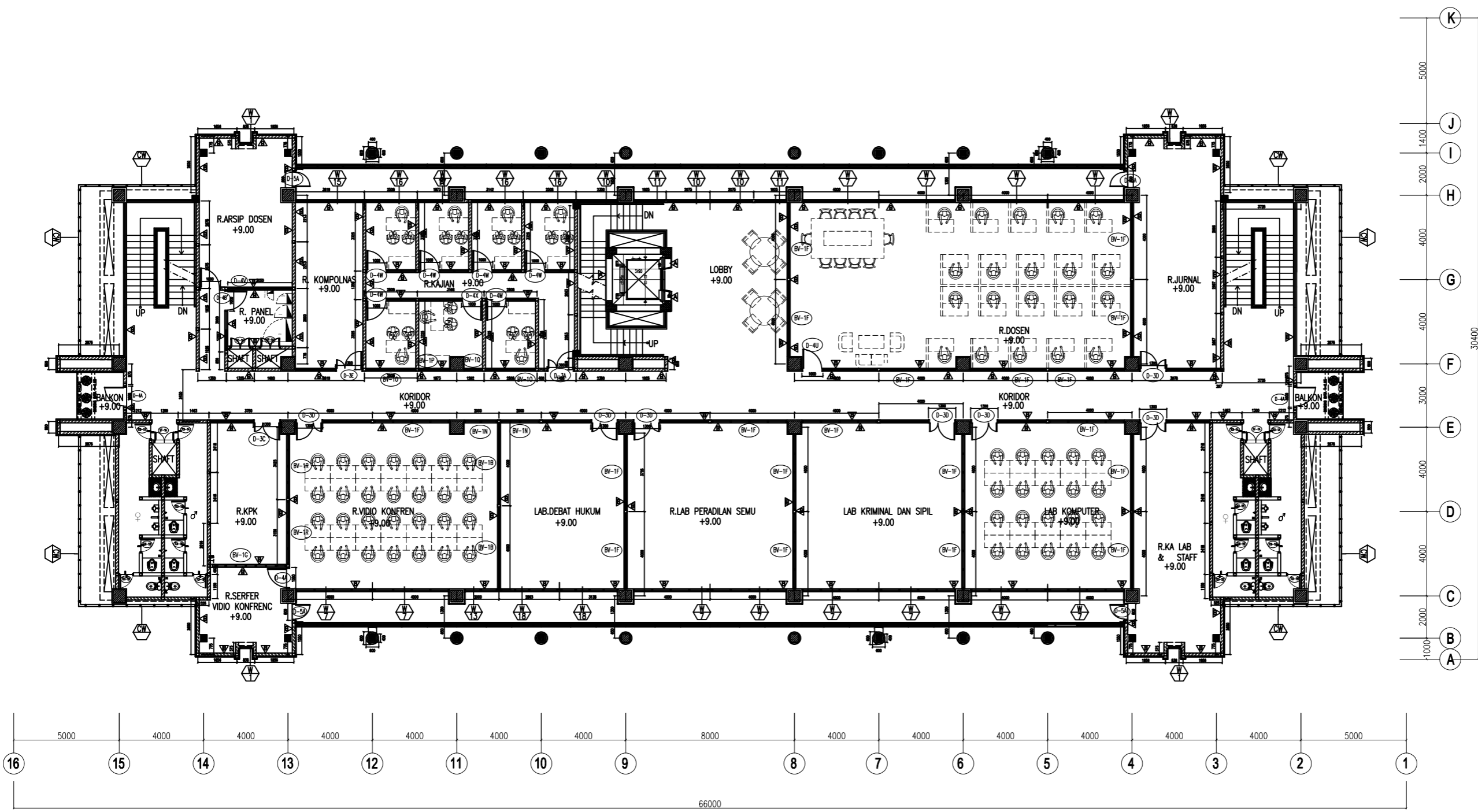
DWG REF. NO :

SKALA	KODE GAMBAR	LEMBAR

NO. GAMBAR :

STATUS

CATATAN :



LEVEL 3 FLOOR PLAN
SCALE 1 : 200

PROYEK

THE CIVIL WORKS FOR THE CONSTRUCTION OF
A NEW CAMPUS OF UNTIRTA SINDANGSARI

MENGETAHUI

MINISTRY OF RESEARCH, TECHNOLOGY
AND HIGHER EDUCATION
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
JL. JAKARTA RAYA KM. 4 PAKUPATAN Serang
PHONE : (0254) 280330 FAX : (0254) 281254
WEBSITE : www.untirta.ac.id E-mail : info@untirta.ac.id
COMMITMENT MAKING OFFICER

KURNIA NUGRAHA
NIP. 19740104 200101 1 001

PT. PANDU PERSADA
J.O

PT. YAICA GEMA UTAMA
ENGINEERING CONSULTANT

MENYETUJUI

PT. CIRIAJASA CM
total solution for your successful construction
J. Kerinci II No. 14 Kebayoran Baru - Jakarta 12120
Phone : (021) 722620, 726330-21 Fax : (021) 725963
http://www.ciriasa.com E-mail : cm@ciriasa.com

DIME SUKSMONO HADJI
TEAM LEADER PSC
DIAJUKAN

PT. ADHI KARYA - PT. HUTAMA KARYA, JV
GENERAL ENGINEER CONTRACTOR
JL. RAYA PASAR MINGGU KM.18 JAKARTA 12510
TELP. +62-21 797 4527 Fax +62-21 7974528

AGUS WICAKSONO
PROJECT MANAGER

DIBUAT	PARAF	TANGGAL
P.E.M. FIRZA FAISAL, ST		
DRAFTER BAITUR		

SHOP DRAWING

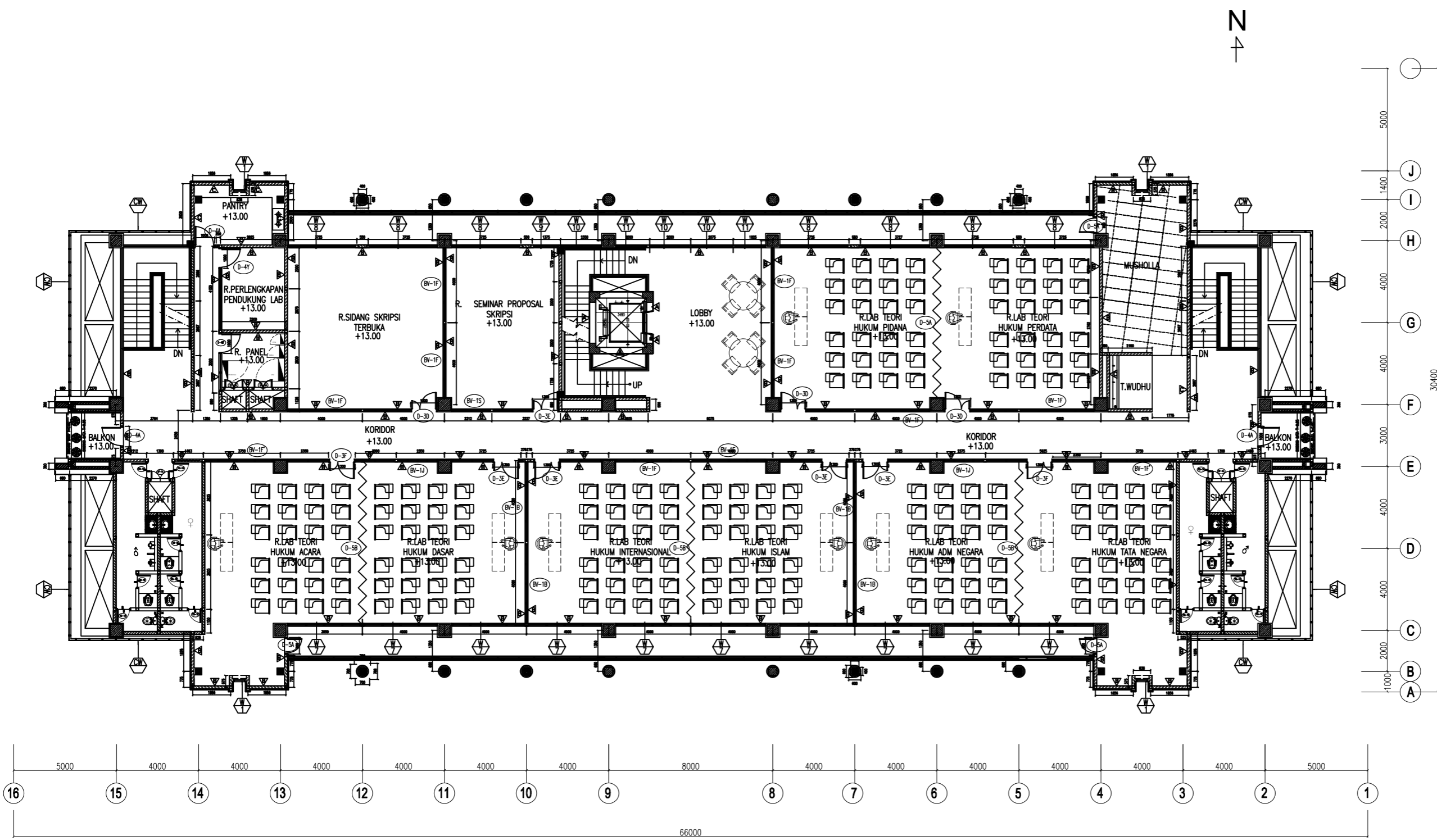
SUB GAMBAR :

JUDUL GAMBAR :

DWG REF. NO :

SKALA	KODE GAMBAR	LEMBAR

NO. GAMBAR : STATUS



LEVEL 4 FLOOR PLAN
SCALE 1 : 200

CATATAN :

PROYEK


THE CIVIL WORKS FOR THE CONSTRUCTION OF
A NEW CAMPUS OF UNTIRTA SINDANGSARI

MENGETAHUI



MINISTRY OF RESEARCH, TECHNOLOGY
AND HIGHER EDUCATION
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
Jl. JAKARTA RAYA KM. 4 PAKUPATAN Serang
PHONE : (0254) 280330 FAX. : (0254) 281254
WEBSITE: www.untirta.ac.id E-mail: info@untirta.ac.id
COMMITMENT MAKING OFFICER

KURNIA NUGRAHA
NIP. 19740104 200101 1 001



PT. PANDU PERSADA
J.O



PT. YAICA GEMA UTAMA
ENGINEERING CONSULTANT

MENYETUJUI



PT CIRIAJASA CM
total solution for your successful construction
J. Kerinci II No. 14 Kebayoran Baru - Jakarta 12120
Phone : (021) 722620, 7265300-21 Fax : (021) 7259483
http://www.ciriajasa.com E-mail : cm@ciriajasa.com

DIME SUKSMONO HADJI
TEAM LEADER PSC

DIAJUKAN



adhi HK
ADHI - HK . JV

PT. ADHI KARYA - PT. HUTAMA KARYA, JV
GENERAL ENGINEER CONTRACTOR
JL. RAYA PASAR MINGGU KM.18 JAKARTA 12510
TELP. +62-21 797 4527 Fax +62-21 7974528

AGUS WICAKSONO
PROJECT MANAGER

DIBUAT	PARAF	TANGGAL

P.E.M.
FIRZA FAISAL, ST

DRAFTER
BAITUR

SHOP DRAWING

SUB GAMBAR :

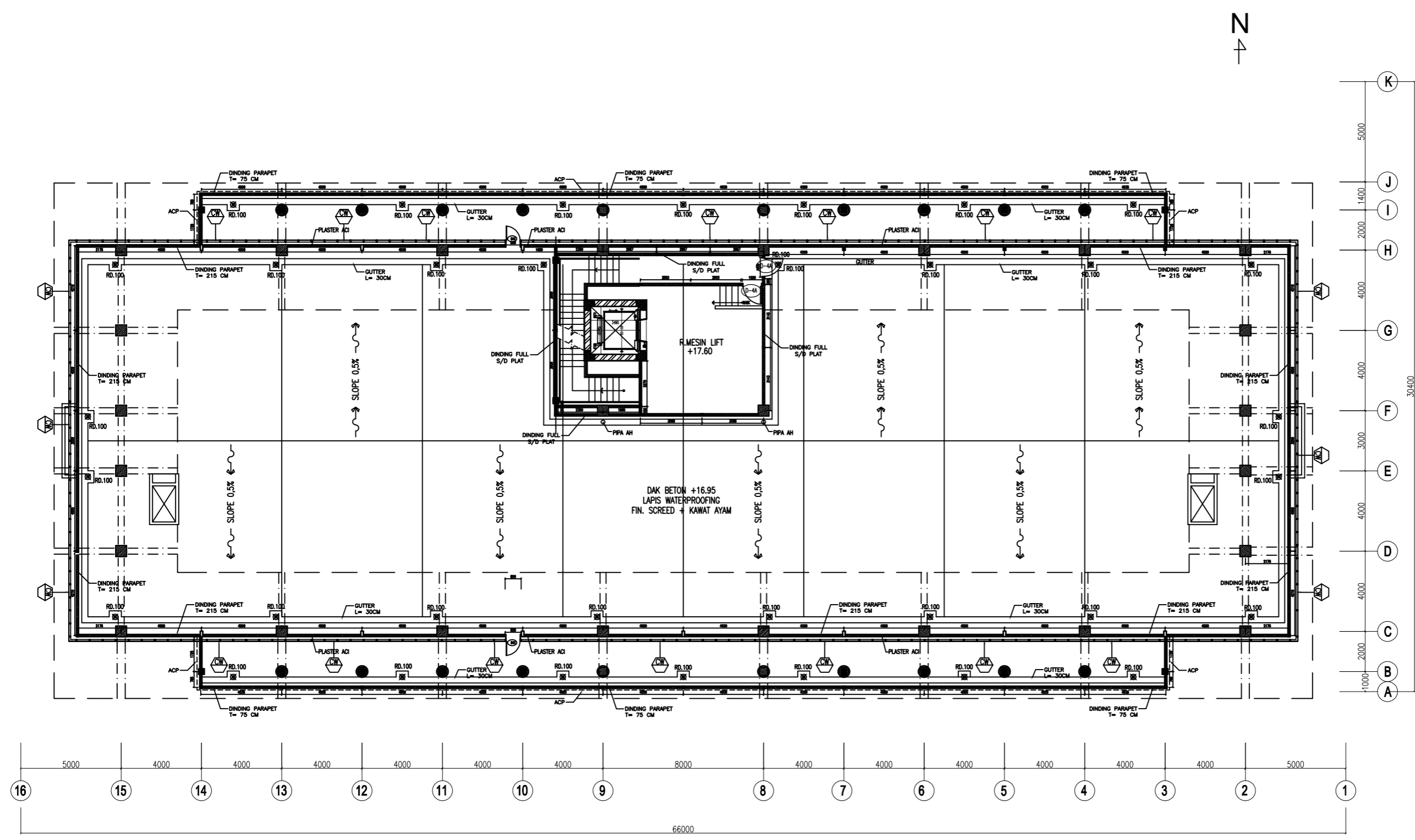
JUDUL GAMBAR :

DWG REF. NO :

SKALA	KODE GAMBAR	LEMBAR

NO. GAMBAR : STATUS

CATATAN :



LIFT MACHINE ROOM PLAN
SCALE 1 : 200

PROYEK


THE CIVIL WORKS FOR THE CONSTRUCTION OF
A NEW CAMPUS OF UNTIRTA SINDANGSARI

MENGETAHUI



MINISTRY OF RESEARCH, TECHNOLOGY
AND HIGHER EDUCATION
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
JL. JAKARTA RAYA KM. 4 PAKUPATAN Serang
PHONE : (0254) 280330 FAX. : (0254) 281254
WEBSITE: www.untirta.ac.id E-mail: info@untirta.ac.id
COMMITMENT MAKING OFFICER

KURNIA NUGRAHA
NIP. 19740104 200101 1 001



PT. PANDU PERSADA
J.O



PT. YAICA GEMA UTAMA
ENGINEERING CONSULTANT

MENYETUJUI



PT CIRIAJASA CM
total solution for your successful construction
J. Kerinci IX No. 14 Kebayoran Baru - Jakarta 12120
Phone : (021) 7229620, 7265330-21 Fax : (021) 7259483
http://www.ciriajasa.com E-mail : cm@ciriajasa.com

DIME SUKSMONO HADJI
TEAM LEADER PSC



ADHI - HK . JV

PT. ADHI KARYA - PT. HUTAMA KARYA, JV
GENERAL ENGINEER CONTRACTOR
JL. RAYA PASAR MINGGU KM.18 JAKARTA 12510
TELP. +62-21 797 4527 Fax +62-21 7974528

AGUS WICAKSONO
PROJECT MANAGER

DIBUAT	PARAF	TANGGAL
P.E.M. FIRZA FAISAL, ST		
DRAFTER BAITUR		

SHOP DRAWING

SUB GAMBAR :

JUDUL GAMBAR :

DWG REF. NO :

SKALA	KODE GAMBAR	LEMBAR

NO. GAMBAR : STATUS

LAMPIRAN
DISTRIBUSI AIR GEDUNG
FAKUTLAS HUKUM

LEGEND

PROJECT
THE DEVELOPMENT OF FOUR HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS PROJECT (IMPROVING ACCESS, QUALITY, RELEVANCE, AND COMPETITIVENESS OF HIGHER EDUCATION PROGRAM)



MINISTRY OF RESEARCH, TECHNOLOGY AND HIGHER EDUCATION
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTA YASA
J. JAKARTA RAYA KM. 4 PAKUPATAN Serang
PHONE (0254) 280330 FAX (0254) 281254
WEBSITE: www.unirta.ac.id E-mail: info@unirta.ac.id

PROJECT NAME : DETAIL ENGINEERING DESIGN AND MASTERPLAN REVIEW UNTIRTA CAMPUS AT SINDANG SARI

DETECT / AGREE

PROJECT MANAGEMENT UNIT

SETIAWAN
NIP. 19710125 199702 1 002

DETECT / AGREE

COMMITMENT MAKING OFFICER

KURNIA NUGRAHA
NIP. 19740104 200101 1 001

AGREE

PROJECT IMPLEMENTATION UNIT

AGUNG SUDRAJAD
NIP. 1975 05152014 04 1 001

DETAILED ENGINEERING DESIGN CONSULTANT

PT.PANDU PERSADA PT.YAIKA GEMA UTAMA

PANJIL HARJASA DIRECTOR **AGUS EDIYANTO** DIRECTOR

TEAM LEADER **SRYONO**

SENIOR ARCHITECT **PERMADI HERRY PUTRANTO**

SENIOR STRUKTUR ENGINEER **M. ARIF TOTO RAHARDJO**

SENIOR M/E ENGINEER **BAMBANG WAHYU HANDOKO**

ARYONO DWI NUGROHO

INFRASTRUCTURE **DADANG ISKANDAR**

CONSULTANS



J.O
PT. YAIKA GEMA UTAMA
ENGINEERING CONSULTANT

DRAW BY CHEKED BY APPROVED BY

DRAWING :
(FACULTY OF LOW)

TITLE : CLEAN WATER DISTRIBUTION SYSTEM

SCALE DRAWING NO BLOCK CODE

NTS I.PL-00.1

ROOF

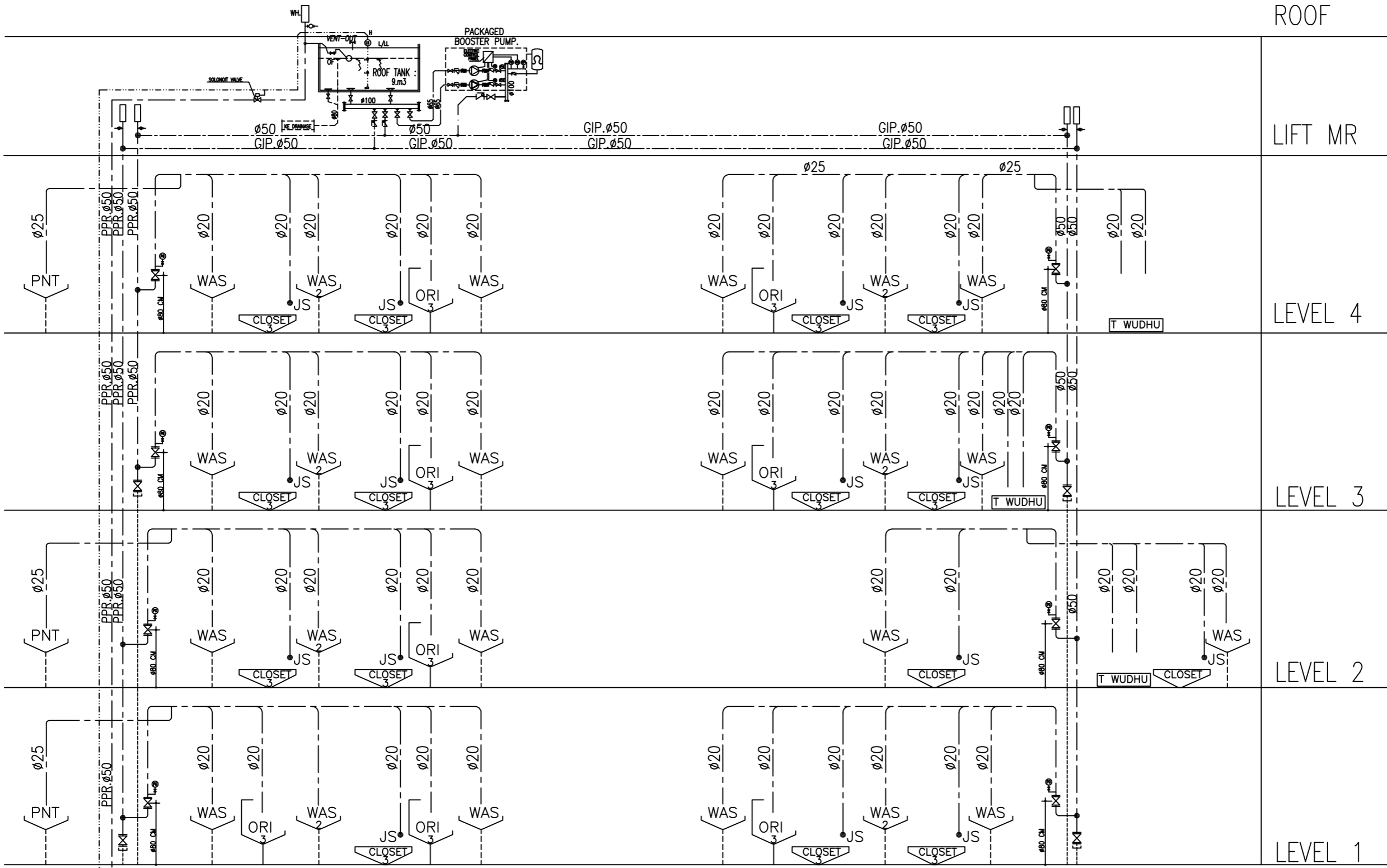
LIFT MR

LEVEL 4

LEVEL 3

LEVEL 2

LEVEL 1

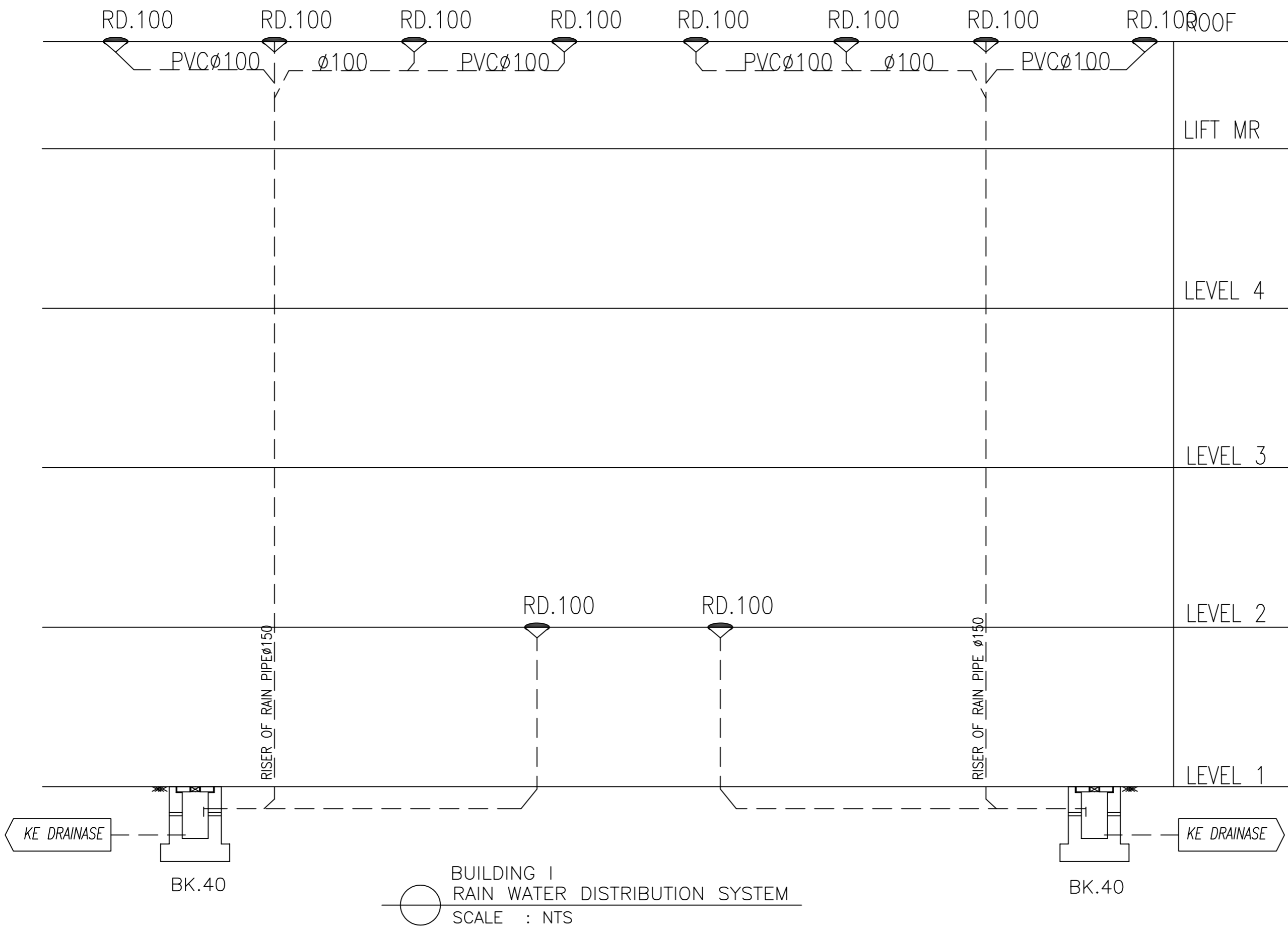


DR RESERVOIR INST SITE

BUILDING I
CLEAN WATER DISTRIBUTION SYSTEM
SCALE : NTS

- KETERANGAN
- PIPA A./BERSIH RECYCLING
 - - - PIPA A./BERSIH DOMESTIC
 - WAS : WASTAVEL
 - URI : URINOIR


SEBELUM PELAKSANAAN PEKERJAAN DIMULAI, PELAKSANA DIWAJIBKAN MEMERIKSA, MEMBANDINGKAN SEMUA GAMBAR ARSITEKTUR, STRUKTUR, MEP, SERTA MELAPORKAN KEPADA DIREKSI LAPANGAN/PERENCANA APABILA TERDAPAT GAMBAR YANG TIDAK COCOK/TIDAK SESUAI TERMASUK DIMENSI ATAU UKURAN.



LEGEND

PROJECT

THE DEVELOPMENT OF FOUR HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS PROJECT (IMPROVING ACCESS, QUALITY, RELEVANCE, AND COMPETITIVENESS OF HIGHER EDUCATION PROGRAM)


 MINISTRY OF RESEARCH, TECHNOLOGY AND HIGHER EDUCATION
 UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAJAYA
 J. JAKARTA RAYA KM. 4 PAKUPATAN Serang
 PHONE (0254) 280330 FAX (0254) 281254
 WEBSITE: www.unirta.ac.id E-mail: info@unirta.ac.id

PROJECT NAME : DETAIL ENGINEERING DESIGN AND MASTERPLAN REVIEW UNTIRTA CAMPUS AT SINDANG SARI

DETECT / AGREE

PROJECT MANAGEMENT UNIT

SETIAWAN
 NIP. 19710125 199702 1 002
 DETECT / AGREE

COMMITMENT MAKING OFFICER

KURNIA NUGRAHA
 NIP. 19740104 200101 1 001
 AGREE


PROJECT IMPLEMENTATION UNIT


AGUNG SUDRAJAD
 NIP. 1975 05152014 04 1 001
 DETAILED ENGINEERING DESIGN CONSULTANT

PT.PANDU PERSADA	PT.YAIKA GEMA UTAMA
PANJIL HARJASA DIRECTOR	AGUS EDIYANTO DIRECTOR

TEAM LEADER	SRIYONO
SENIOR ARCHITECT	PERMADI HERRY PUTRANTO
SENIOR STRUKTUR ENGINEER	M. ARIF TOTO RAHARDJO
SENIOR M/E ENGINEER	BAMBANG WAHYU HANDOKO
	ARYONO DWI NUGROHO
INFRASTRUCTURE	DADANG ISKANDAR

CONSULTANS


PT. PANDU PERSADA
 J.O


PT. YAIKA GEMA UTAMA
 ENGINEERING CONSULTANT

DRAW BY	CHEKED BY	APPROVED BY

DRAWING :
(FACULTY OF LOW)

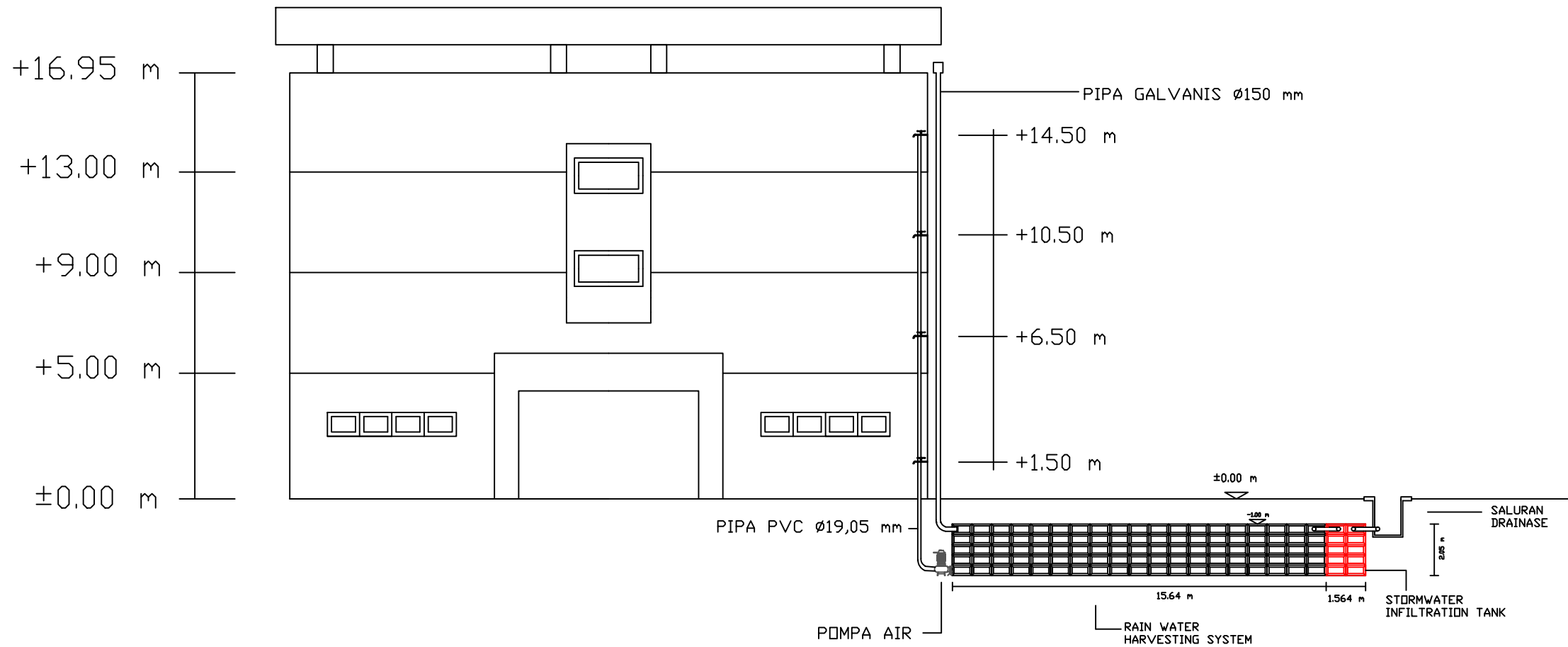
TITLE :
RAIN WATER DISTRIBUTION SYSTEM

SCALE	DRAWING NO	BLOCK CODE
NTS	I.PL-00.4	

SEBELUM PELAKSANAAN PEKERJAAN DIMULAI, PELAKSANA DIWAJIBKAN MEMERIKSA, MEMBANDINGKAN SEMUA GAMBAR ARSITEKTUR, STRUKTUR, MEP, SERTA MELAPORKAN KEPADA DIREKSI LAPANGAN/PERENCANA APABILA TERDAPAT GAMBAR YANG TIDAK COCOK/TIDAK SESUAI TERMASUK DIMENSI ATAU UKURAN.

LAMPIRAN
GAMBAR HASIL ANALISIS

GEDUNG FAKULTAS HUKUM
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA



GAMBAR HASIL ANALISIS
SKALA 1:150



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

SKRIPSI

JULI 2023

DIPERIKSA	PARAF
DOSEN PEMBIMBING : RESTU WIGATI, S.T., M.Eng. NIP. 198209252010122002	
DOSEN PEMBIMBING : NGAKAN PUTU PURNADITYA, S.T., M.T. NIP. 198909142019031008	
DISETUJUI	PARAF
DOSEN PEMBIMBING : RESTU WIGATI, S.T., M.Eng. NIP. 198209252010122002	
DOSEN PEMBIMBING : NGAKAN PUTU PURNADITYA, S.T., M.T. NIP. 198909142019031008	

GAMBAR	SKALA
PERMODELAN	1 : 150

DIGAMBAR	PARAF
CATHERINA T 3336190042	

UKURAN KERTAS	KODE	HAL
A3		