

**Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 8
seluas 5,63 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon**

***Design of an irrigation pumping system for rice fields in Block 8
covering an area of 5.63 hectares Jagapura Kulon Village Cirebon
Regency***

SKRIPSI

Oleh:

Nama: Tubagus Dirham Pramudya

NPM: 213030062



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2025**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Tubagus Dirham Pramudya

Nomor Pokok Mahasiswa : 213030062

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi.
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah skripsi bukan hasil plagiarisme.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 30 Juni 2025

Penulis,



Tubagus Dirham Pramudya

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya:

N a m a : Tubagus Dirham Pramudya

NPM : 213030062

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 8 seluas 5,63 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai Penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 30 Juni 2025

Yang menyatakan,

Tubagus Dirham Pramudya

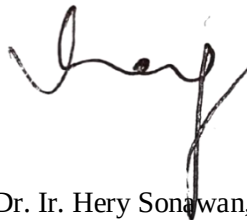
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 8
seluas 5,63 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon**



**Nama: Tubagus Dirham Pramudya
NPM: 213030062**

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.

Pembimbing Pendamping



Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

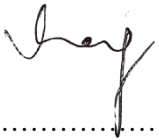
Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 8 seluas 5,63 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon



Nama: Tubagus Dirham Pramudya
NPM: 213030062

Tanggal sidang skripsi: 30 Juni 2025

Ketua : Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.


.....

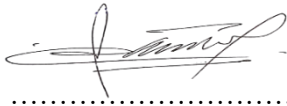
Sekretaris : Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T.


.....

Anggota : Dr. Ir. Gatot Santoso, M.T.


.....

Anggota : Dr. Ir. Dedi Lazuardi, DEA.


.....

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT dengan rahmat, nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat membuat, menyusun, dan menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini mungkin tidak terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan dari orang-orang di sekitar penulis. Untuk itu penulis sampaikan rasa trimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. yang senantiasa memberikan karunia, kekuatan dan kesabaran dalam menyusun skripsi
2. Orang tua saya yang telah memberikan do'a serta dorongan, secara moral dan materi yang kuat sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Professor. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T., selaku dosen pembimbing utama.
4. Bapak Mohammad Reza Hermawan S.T, M.T., selaku dosen pembimbing pendamping.
5. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan.
6. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Mesin Universitas Pasundan yang telah memberikan bekal ilmu selama melakukan studi.
7. Semua rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin Universitas Pasundan khususnya Angkatan 21 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
8. Saya ucapkan terimakasih kepada Oktaviane Putri Chairia yang telah menemani penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan sumbangsih pemikiran untuk perkembangan pengetahuan bagi penulis dan pembacanya.

Bandung, 30 Juni 2025

Penulis,



Tubagus Dirham Pramudya

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	I
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	II
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	III
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	IV
KATA PENGANTAR.....	V
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR GAMBAR.....	IX
DAFTAR TABEL	XII
ABSTRAK.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar belakang.....	1
2. Rumusan masalah	3
3. Tujuan.....	3
4. Manfaat.....	3
5. Lingkup masalah	3
6. Sistematika penulisan	3
BAB II STUDI LITERATUR.....	5
1. Kajian pustaka.....	5
2. Definisi pengairan	7
3. Sumber Air	7
4. Kebutuhan Air.....	8
5. Definisi sistem perpipaan	10
6. Genset.....	11

7. Pompa.....	13
8. Pipa.....	16
9. Software Epanet 2.2	16
10. Software Google Earth Pro	19
11. Software Garmin Basecamp	20
12. Garmin GPS Map 65s.....	22
BAB III METODOLOGI	24
1. Tahapan penelitian	24
A. Identifikasi masalah.....	24
B. Pengolahan data primer	25
2. Tempat penelitian.....	27
3. Alat ukur yang digunakan.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
1. Kalibrasi	29
2. Membuat jalur dan memuat data elevasi dari software Basecamp.....	30
3. Mengukur luas petak sawah.....	32
4. Menghitung kebutuhan air pada setiap petak sawah	33
5. Syarat dan kriteria perancangan	35
6. Membuat desain alternatif dan mensimulasikan pada software EPANET 2.2	36
A. Desain alternatif pertama	36
B. Desain alternatif kedua	40
C. Perhitungan pompa dan biaya operasional	43
D. Perhitungan sistem perpipaan dan karakteristik pompa	50
E. Membandingkan dengan penelitian sebelumnya	57
7. Menyusun rancangan anggaran biaya	57
8. Hasil penelitian	59
A. Membandingkan kedua hasil perancangan	64

B. Perbandingan epanet dan analitik.....	65
C. Pembahasan	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	84
1. Kesimpulan.....	84
2. Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....	86
LAMPIRAN	89
1. Foto-foto kegiatan	89
2. Gambar kerja	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram alir penelitian.....	15
Gambar 2. Jalur Hasil Tracking.....	17
Gambar 3. Cara mengumpulkan data elevasi	17
Gambar 4. Lokasi Fakultas Teknik Universitas Pasundan	18
Gambar 5. Lokasi Desa Jagapura Kulon	18
Gambar 6. Pengukuran jarak pada software Google Earth.....	20
Gambar 7. Pengukuran menggunakan software EPANET 2.2	20
Gambar 8. Memasukan hasil kalibrasi pada map dimension EPANET 2.2	21
Gambar 9. Area penelitian blok 8	22
Gambar 10. Luas area penelitian	22
Gambar 11. Mencari data elevasi.....	23
Gambar 12. Mencari data panjang pipa.....	23
Gambar 13. Mengukur luas area petak sawah	24
Gambar 14. Jumlah petak sawah	24
Gambar 15. Jalur perpipaan pada software EPANET 2.2 alternatif pertama	27
Gambar 16. Elevasi alternatif pertama	28
Gambar 17. Panjang pipa alternatif pertama	28
Gambar 18. Base demand alternatif pertama.....	29
Gambar 19. Diameter pipa alternatif pertama.....	29
Gambar 20. Tekanan alternatif pertama	30
Gambar 21. Kecepatan aliran alternatif pertama	30
Gambar 22. Desain rancangan alternatif kedua pada software EPANET 2.2.....	31
Gambar 23. Elevasi alternatif kedua	31
Gambar 24. Panjang pipa alternatif kedua.....	32
Gambar 25. Diameter pipa alternatif kedua.....	32
Gambar 26. Tekanan alternatif kedua	33
Gambar 27. Kecepatan aliran alternatif kedua.....	33
Gambar 28. Spesifikasi tandon alternatif kedua	34
Gambar 29. Pompa alternatif pertama[28]	34
Gambar 30. Spesifikasi pompa alternatif pertama[28].....	35
Gambar 31. Genset alternatif pertama[28]	35
Gambar 32. Spesifikasi genset alternatif pertama[28]	36

Gambar 33. Pompa alternatif kedua[28]	36
Gambar 34. Spesifikasi pompa alternatif kedua[28]	37
Gambar 35. Genset alternatif kedua[28]	37
Gambar 36. Spesifikasi genset alternatif kedua[28].....	38
Gambar 37. Perhitungan biaya oprasional alternatif pertama	40
Gambar 38. Perhitungan biaya pompa alternatif kedua	41
Gambar 39. Kurva karakteristik pompa alternatif pertama	42
Gambar 40. Kurva sistem perpipaan alternatif pertama	43
Gambar 41. Kurva karakteristik pompa alternatif pertama	44
Gambar 42. Kurva head vs debit alternatif pertama.....	44
Gambar 43. Kurva karakteristik pompa alternatif kedua	45
Gambar 44. Kurva sistem perpipaan alternatif kedua	46
Gambar 45. Karakteristik pompa alternatif kedua	47
Gambar 46. Kurva head vs debit alternatif kedua.....	48
Gambar 47. Data hasil node ID J11 – J49 alternatif pertama	59
Gambar 48. Data hasil node ID J50 – J3 alternatif pertama	60
Gambar 49. Hasil perhitungan kecepatan dan faktor gesekan alternatif pertama	60
Gambar 50. Data hasil link ID P17 – P49 alternatif pertama	61
Gambar 51. Data hasil link ID P50 – P6 alternatif pertama	61
Gambar 52. Perbandingan faktor gesekan dari EPANET 2.2 dan analitik.....	63
Gambar 53. Perbandingan faktor gesekan dari EPANET 2.2 dan analitik.....	63
Gambar 54. Perbandingan kecepatan dari EPANET 2.2 dan analitik alternatif pertama ..	64
Gambar 55. Perbandingan kecepatan dari EPANET 2.2 dan analitik alternatif pertama ..	64
Gambar 56. Perbandingan tekanan dari EPANET 2.2 dan analitik alternatif pertama	65
Gambar 57. Perbandingan tekanan dari EPANET 2.2 dan analitik alternatif pertama	65
Gambar 58. Selisih preassure J11 - J40 alternatif pertama.....	66
Gambar 59. Selisih preassure J41 - J2 alternatif pertama.....	66
Gambar 60. Data hasil node ID J11 - J50 alternatif pertama.....	67
Gambar 61. Data hasil node ID J51 - J4 alternatif kedua.....	67
Gambar 62. Hasil perhitungan kecepatan dan faktor gesekan alternatif kedua	68
Gambar 63. Data hasil link ID P18 - P51 alternatif kedua	68
Gambar 64. Data hasil link ID P83-P61 alternatif kedua	69
Gambar 65. Perbandingan faktor gesekan EPANET 2.2 dan analitik alternatif pertama..	70
Gambar 66. Perbandingan faktor gesekan EPANET 2.2 dan analitik alternatif kedua	70
Gambar 67. Perbandingan kecepatan EPANET 2.2 dan analitik alternatif kedua	71

Gambar 68. Perbandingan kecepatan EPANET 2.2 dan analitik alternatif kedua	71
Gambar 69. Perbandingan tekanan EPANET 2.2 dan analitik alternatif kedua	72
Gambar 70. Perbandingan tekanan EPANET 2.2 dan analitik alternatif kedua	72
Gambar 71. Grafik selisih preassure J11 - J41 alternatif kedua.....	73
Gambar 72. Grafik selisih preassure J44 - J4 alternatif kedua.....	73
Gambar 73. Dokumentasi tracking area persawahan	80
Gambar 74. Desain tandon	80

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat yang digunakan	18
Tabel 2. Data hasil perhitungan <i>base demand</i>	25
Tabel 3. Kebutuhan air petak sawah	26
Tabel 4. Perhitungan pompa alternatif pertama	39
Tabel 5. Perhitungan pompa alternatif kedua	39
Tabel 6. Biaya oprasional alternatif pertama	39
Tabel 7. Biaya investasi alternatif pertama.....	39
Tabel 8. Biaya investasi alternatif kedua	40
Tabel 9. Sistem perpipaan alternatif pertama	42
Tabel 10. Karakteristik pompa alternatif pertama.....	43
Tabel 11. Titik desain alternatif pertama.....	44
Tabel 12. sistem perpipaan alternatif kedua	45
Tabel 13. Karakteristik pompa alternatif kedua.....	46
Tabel 14. Titik desain alternatif kedua	47
Tabel 15. Titik oprasi alternatif kedua	47
Tabel 16. Perbandingan hasil dengan penelitian terdahulu	48
Tabel 17. Rancangan anggaran biaya alternatif pertama.....	49
Tabel 18. Rancangan anggaran biaya alternatif kedua	50
Tabel 19. Data hasil elevasi, base demand, head dan pressure alternatif pertama	51
Tabel 20. Data hidraulik alternatif pertama	52
Tabel 21. Data hasil elevasi, base demand, head dan pressure alternatif kedua	53
Tabel 22. Data hidraulik alternatif kedua	54
Tabel 23. Perbandingan biaya pembangunan dan material kedua alternatif	55
Tabel 24. Perbandingan hasil pressure dan velocity kedua alternatif	55
Tabel 25. Perbandingan faktor gesekan,kecepatan dan tekanan alternatif pertama	62
Tabel 26. Perbandingan faktor gesekan, kecepatan dan tekanan alternatif kedua	69

ABSTRAK

Pada musim kemarau, petani di Desa Jagapura Kulon, Kabupaten Cirebon, menghadapi kendala dalam memperoleh air irigasi untuk lahan persawahan Blok 8. Hambatan utama disebabkan oleh perbedaan elevasi antara sungai dan lahan pertanian, Dimana permukaan air sungai berada di 1,94 meter lebih rendah dibandingkan area sawah. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan penerapan sistem pompanisasi agar distribusi air dapat dilakukan secara lebih efisien dan optimal. Proses perancangan diawali dengan survey lapangan, yang mencakup pengukuran kebutuhan air irigasi sebesar 0,012 m³/detik, kedalaman sungai 54 cm, kecepatan aliran 14,45 m/detik, dan lebar sungai 6,75 meter. Data ini digunakan untuk menghitung debit sungai sebesar 1.3 m³/detik. Simulasi sistem pompanisasi dilakukan menggunakan perangkat lunak EPANET guna memodelkan distribusi tekanan dan aliran dalam jaringan perpipaan. Hasil simulasi pada alternatif pertama menunjukkan tekanan berkisar 3,12 hingga 22,66 meter, dengan kecepatan aliran 1,73 – 2,76 m/detik. Sementara pada alternatif kedua, tekanan berkisar antara 3,14 hingga 24,35 meter dengan kecepatan aliran yang sebanding. Berdasarkan hasil ini, sistem pompanisasi dinilai efektif sebagai Solusi pemenuhan kebutuhan air irigasi, terutama di musim kemarau.

Kata kunci: Elevasi, EPANET 2.2, Kebutuhan air, Sistem pompanisasi.

ABSTRACT

In the dry season, farmers in Jagapura Kulon Village, Cirebon Regency, face obstacles in obtaining irrigation water for Block 8 rice fields. The main obstacle is caused by the elevation difference between the river and the agricultural land, where the river water level is 1.94 meters lower than the rice field area. To overcome this, it is necessary to implement a pompanization system so that water distribution can be carried out more efficiently and optimally. The design process begins with a field survey, which includes measurements of irrigation water demand of 0.012 m³/second, river depth of 54 cm, flow velocity of 14.45 m/second, and river width of 6.75 meters. This data was used to calculate the river discharge of 1.3 m³/second. Simulation of the pumping system was conducted using EPANET software to model the pressure distribution and flow in the piping network. The simulation results in the first alternative showed pressures ranging from 3.12 to 22.66 meters, with flow velocities of 1.73 - 2.76 m/sec. While in the second alternative, the pressure ranged from 3.14 to 24.35 meters with comparable flow velocities. Based on these results, the pumping system is considered effective as a solution to meet irrigation water needs, especially in the dry season.

Keywords: Elevation, EPANET 2.2, Pumping System, Water demand.

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Kabupaten Cirebon terletak di Provinsi Jawa Barat dan berada di jalur utama pantura di pesisir utara Pulau Jawa. Jika dilihat dari topografinya, wilayah Kabupaten Cirebon dapat dibagi menjadi dua bagian. Pertama, daerah dataran rendah yang umumnya terletak di sepanjang Pantai utara Pulau Jawa, mencakup kecamatan Gegesik, Kaliwedi, dan Kapetakan. Kabupaten ini juga dilintasi oleh 18 aliran Sungai yang bermata air di bagian Selatan. Selain itu, Sebagian wilayahnya merupakan daerah dataran tinggi. Beberapa Sungai besar yang mengalir di Kabupaten Cirebon antara lain Sungai Cisanggarung, Ciwaringin, Cimanis, Cipager Pekik, dan Kalijaga.

Sektor pertanian tetap memegang peran penting dalam memenuhi kebutuhan Masyarakat di Kabupaten Cirebon. Sebagai salah satu lumbung padi bagi daerah disekitarnya, sektor ini mendominasi struktur perekonomian, menjadikan Kabupaten Cirebon ini sebagai wilayah yang berbasis pertanian. Daerah unggulan untuk budidaya padi tersebar di beberapa kecamatan, seperti di Kapetakan, Gegesik, Susukan, dan Sedong.

Desa Jagapura Kulon, yang terletak di kecamatan Gegesik, berada di wilayah dataran rendah. Desa ini memiliki luas sekitar 514,045 hektar dengan jumlah penduduknya sekitar 8.950 jiwa. Luas lahan persawahannya mencapai ± 430 hektar. Mayoritas warganya 70% berprofesi sebagai petani karena memanfaatkan sumber daya alam yaitu lahan pertanian yang luas dan sumber daya air permukaan yang melewati lahan pertanian.

Desa Jagapura Kulon dilewati oleh tiga sungai yaitu, Sungai Rama, Sungai Jonggol, dan Sungai Sikusta. Meskipun terdapat tiga aliran sungai dan di lewati ketiga aliran sungai itu, area persawahan di Desa Jagapura Kulon masih belum bisa sepenuhnya terairi, terutama pada musim kemarau. Hal ini di sebabkan oleh keterbatasan para petani dalam menyalurkan air dari sumber air ke lahan pertanian.

Area persawahan di Desa Jagapura Kulon yang memiliki luas ± 430 hektar, sering mengalami kekeringan yang berkepanjangan selama musim kemarau dan El Niño. Kondisi ini menyebabkan keresahan di kalangan petani dan warganya, karena tanaman padi yang telah tumbuh di pertengahan musim kemarau terpaksa dibiarkan mengering akibat kurangnya pasokan air. Sedangkan disekitar persawahan itu sendiri terdapat sungai yang berpotensi menjadi sumber air permukaan untuk irigasi. Para petani dan warga sebenarnya berharap bisa dapat melakukan panen duakali dalam satu tahun, namu dengan adanya

keterbatasan dalam mengaliri air saat musim kemarau dan El Niño menjadi kendala utama, meskipun terdapat sungai yang lumayan besar di sekitar area pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber irigasi.

Para petani di Desa Jagapura Kulon kesulitan untuk mengalirkan air dari sungai ke area persawahan karena perbedaan ketinggian dan elevasi yang cukup signifikan. Oleh karena itu, warga desa dan petani perlu membangun sistem pompanisasi untuk mendukung pengairan persawahan mereka.

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan Tri Wahyono, M. Budi N. Rahman, Fitroh Anugrah K. Yudha, Rahmad K. Adi pada tahun 2021 melakukan penelitian dengan judul “Instalasi Sistem Pengairan Area Persawahan untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Jagung”. Pada penelitian ini sistem pengairan dilakukan karena terdapat perbedaan elevasi 8 m. Dimana sumber air yang lebih rendah dibanding area yang akan dialiri air seluas 10 hektar [1].

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan Anton Priyonugroho pada tahun 2014 melakukan penelitian dengan judul “Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang)”. Pada penelitian ini mengkaji pemilihan pompa dikarenakan terdapat perbedaan ketinggian dari sumber air ke area persawahan sebesar 2 m dan luas persawahan yang akan dialiri air seluas 1,370 hektar [2].

Sistem pompanisasi adalah proses pengolahan air irigasi yang menggunakan pompa untuk menyalurkan air dari sumber seperti sungai, waduk, atau sumur ke area pertanian. Sistem ini terdiri dari pompa dan jaringan perpipaan yang dapat mengalirkan air dari sungai ke petak sawah. Sistem ini menawarkan beberapa manfaat, seperti pengelolaan air yang lebih efisien dan efektif, peningkatan produktivitas tanaman karena pasokan air tetap stabil, dan pompanisasi merupakan adaptasi perubahan iklim, untuk mengurangi gagal panen dan dukungan pertanian secara berkelanjutan.

Penelitian ini merancang sistem pompanisasi untuk mendukung penyediaan air irigasi yang efektif dan efisien dalam mengairi area persawahan. Sistem ini dirancang agar mampu memenuhi kebutuhan air tanaman sesuai dengan standar irigasi.

2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah disampaikan sebelumnya, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana mencukupi kebutuhan air di area persawahan agar waktu panen optimal.
- b. Bagaimana air bisa dialirkan ke area sawah dengan adanya perbedaan elevasi antara sumber air dan area persawahan.

3. Tujuan

Adapun tujuan dalam penelitian kali ini yaitu merancang sistem pompanisasi untuk mengairi sawah sesuai dengan kebutuhan untuk mengoptimalkan waktu panen.

4. Manfaat

Manfaat yang didapat dalam penelitian kali ini sebagai berikut:

- a. Diharapkan kebutuhan air untuk tanaman padi dapat terpenuhi selama musim kemarau.
- b. Memudahkan distribusi air ke area persawahan menjadi lebih efisien dengan adanya pembangunan jaringan perpipaan dan mempermudah dalam mengalirkan air dengan dibangunnya jaringan perpipaan.

5. Lingkup masalah

Pentingnya membatasi cakupan topik dalam penelitian adalah untuk mencegah pembahasan yang terlalu luas, dalam penelitian ini:

- a. Penelitian ini membuat perancangan sistem pompanisasi dan jaringan perpipaan persawahan Desa Jagapura Kulon seluas 5,63 hektar.
- b. Penelitian ini dirancang menggunakan Software EPANET 2.2 dan dilakukan simulasi untuk hasil yang akurat.
- c. Penelitian ini mencakup perancangan dan analisis serta rancangan anggaran biaya.

6. Sistematika penulisan

Sistematika terdiri dari empat bab dalam tulisan ini, yang disusun secara sistematis agar memberikan pemahaman yang jelas. Berikut adalah ringkasan dari masing-masing bab:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab pertama membahas latar belakang, rumusan masalah, manfaat, lingkup penelitian, dan proses penulisan.

BAB II: STUDI LITERATUR

Bab kedua, terdapat uraian mengenai dasar teori yang relevan, meliputi topik seperti definisi pengairan, pengairan sawah, sumber air, kebutuhan air, definisi sistem perpipaan dan genset.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga melingkupi tahapan penelitian, peralatan dan bahan yang digunakan, metode pengujian serta lokasi penelitian.

BAB IV: RENCANA KEGIATAN DAN ANGGARAN

Bab keempat membahas perihal hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan, meliputi membuat jalur, menghitung kebutuhan air per petak sawah, syarat dan kriteria perancangan, membuat beberapa desain alternatif, menyusun rancangan anggaran biaya dan menampilkan hasil penelitian.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir membahas kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II STUDI LITERATUR

1. Kajian pustaka

Penelitian ini dibangun berdasarkan penelitian terdahulu yang telah membahas topik serupa. Kajian ini merujuk pada beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik bahasan, berikut adalah beberapa penelitian yang menjadi dasar penelitian ini:

Penelitian 1, Tri Wahyono, M. Budi N. Rahman, Fitroh Anugrah K. Yudha, Rahmad K. Adi (2021).

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan Tri Wahyono, M. Budi N. Rahman, Fitroh Anugrah K. Yudha, Rahmad K. Adi pada tahun 2021 melakukan penelitian dengan judul “Instalasi Sistem Pengairan Area Persawahan untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Jagung”. Pada penelitian ini sistem pengairan dilakukan karena terdapat perbedaan elevasi 8 m. Dimana sumber air yang lebih rendah dibanding area yang akan dialiri air seluas 10 hektar [1].

Penelitian 2, Anton Priyonugroho (2014)

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan Anton Priyonugroho pada tahun 2014 melakukan penelitian dengan judul “Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang)”. Pada penelitian ini mengkaji pemilihan pompa dikarenakan terdapat perbedaan ketinggian dari sumber air ke area perawahan sebesar 2 m dan luas persawahan yang akan dialiri air seluas 1,370 hektar [2].

Penelitian 3, Kustana Kustana, Cucu Setiawan (2020)

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan Kustana Kustana dan Cucu Setiawan pada tahun 2020 melakukan penelitian dengan judul “Resolusi Konflik Sistem Pengelolaan Irigasi Pertanian di Perdesaan”. Pada penelitian ini mengkaji pemilihan pompa dikarenakan terdapat perbedaan ketinggian dari sumber air ke area perawahan sebesar 15 m dan luas persawahan yang akan dialiri air seluas 162.250 hektar [3].

Penelitian 4, Ichlas Nur, Nota Effiandi, Mulyadi, Maimuzar, Hendra (2019)

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan Ichlas Nur, Nota Effiandi, Mulyadi, Maimuzar, Hendra pada tahun 2019 melakukan penelitian dengan judul “Kajian Potensi Air Penggerak Daerah Pakandangan Kabupaten Padang Pariaman”. Penelitian ini mengeksplorasi potensi penggunaan pompa hidram untuk mengairi lahan pertanian, mengikat adanya perbedaan

elevasi sebesar 2,5 meter dari sumber air. Luas area persawahan yang akan dialiri mencapai 10 hektar [4].

Penelitian 5, Muh. Yunan Krg. Tompobul, Hanafi Ashad (2020)

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan Muh. Yunan Krg. Tompobul, Hanafi Ashad pada tahun 2020 melakukan penelitian dengan judul “Studi Kebutuhan Air Untuk Pembangunan Jaringan Irigasi Mare – mare Kabupaten Kepulauan Selayar”. Pada penelitian ini mengkaji pemilihan pompa dikarenakan terdapat perbedaan ketinggian dari sumber air ke area persawahan sebesar 3 m dan luas persawahan yang akan dialiri air seluas 30,6 hektar [5].

Penelitian 6, Yustina Suhandini Tjahjaningsih, Sri Andayani, Aries Budi Wijayanto (2019)

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan Yustina Suhandini Tjahjaningsih, Sri Andayani, Aries Budi Wijayanto pada tahun 2019 melakukan penelitian dengan judul “Pengadaan Air Bersih Dengan Pemanfaatan Teknologi Tenaga Gravitasi Di Dusun Pelan Kerep Desa Sumber Kare Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo”. Pada penelitian ini sistem pengadaan air bersih menggunakan pompa di dekat sumber air karena terdapat perbedaan elevasi sebesar 2 m. dimana sumber air lebih rendah ke area pemukiman, dan luas area pemukiman nya 326 hektar [6].

Penelitian 7, Amrullah, Vandi Prasetyo, Muh. Syahrir, Rustam Efendi (2024)

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan Amrullah, Vandi Prasetyo, Muh. Syahrir, Rustam Efendi pada tahun 2024 melakukan penelitian dengan judul “Kajian Pemilihan Pompa Berdasarkan Karakteristik Topografi untuk Sawah Padi di Desa Bululondong”. Pada penelitian ini mengkaji pemilihan pompa dikarenakan terdapat perbedaan ketinggian dari sumber air ke area persawahan sebesar 1 m dan luas persawahan yang akan dialiri air seluas 12 hektar [7].

Penelitian 8, I Ketut Soriarta, Putu Dwikarna Putra (2025)

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh I Ketut Soriarta, Putu Dwikarna Putra pada tahun 2025 melakukan penelitian dengan judul “Analisis Sistem Penyediaan Air Minum Malet Kecamatan Susut Kabupaten Bangli Berbasis Aplikasi EPANET 2.2”. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sistem penyediaan air dengan perbedaan elevasi sumber air ke area target sebesar 154 m dan area pemukiman untuk penyediaan air seluas 4931 hektar [8].

Penelitian 9, Harya Pamungkas (2016)

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Harya Pamungkas pada tahun 2016 melakukan penelitian dengan judul “Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Menggunakan Pompa Hidram di Desa Randugading Kecamatan Tajinan Kabupaten Malang”. Pada penelitian ini sistem pengairan dilakukan karena terdapat perbedaan elevasi 3 m. Dimana sumber air yang lebih rendah dibanding area pemukiman yang akan dialiri air seluas 1 hektar [9].

Penelitian 10, Oya Iman Sanjaya, IAD Giriantari, I N Satya Kumara (2019)

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Iman Sanjaya, IAD Giriantari, I N Satya Kumara pada tahun 2019 melakukan penelitian dengan judul “Perancangan Sistem Pompa Irigasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Pertanian Subak Semaagung”. Pada penelitian ini mengkaji pemilihan pompa tenaga surya karena terdapat perbedaan elevasi setinggi 55 m dan luas persawahan yang akan dialiri air seluas 55 hektar [10].

2. Definisi pengairan

Pengairan atau irigasi adalah upaya untuk menyediakan air ke lahan pertanian dengan membangun saluran atau infrastruktur yang memungkinkan distribusi air secara teratur. Selain itu pengairan juga mencakup pemanfaatan dan peningkatan ketersediaan sumber air untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Setelah digunakan secara optimal, kelebihan air yang tidak diperlukan harus di alirkan keluar melalui sistem drainase agar tidak menghambat pertumbuhan tanaman. Keberhasilan dalam sektor pertanian dan budidaya tanaman sangat bergantung pada sistem irigasi yang terencana dengan baik [11].

3. Sumber Air

Air adalah sumber daya alam yang memiliki peran penting bagi kehidupan banyak orang, sehingga perlu di jaga agar tetap memberikan manfaat bagi manusia serta makhluk hidup lainnya. Untuk memastikan kualitas air tetap terjaga dan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sesuai dengan standar yang diharapkan, diperlukan Upaya pelestarian dan pengendalian yang tepat [12].

Kondisi sumber daya air disetiap daerah berbeda-beda, ada wilayah yang memiliki kualitas air tanah yang tetap terjaga, sementara wilayah lain mengalami penurunan kualitas yang signifikan akibat penggunaan dan pemanfaatan air tanah yang tidak terkontrol. Dampaknya, fungsi air berkurang dan bahkan berpotensi merusak keseimbangan lingkungan. Adapun beberapa sumber air yang dapat di manfaatkan.

a. Air Tanah

Air tanah adalah seluruh air yang tersimpan dalam lapisan akuifer di bawah permukaan tanah, termasuk mata air yang muncul ke permukaan. Peran air tanah semakin penting karena menjadi sumber utama untuk memenuhi kebutuhan dasar banyak orang. Sumber air tanah berasal dari air permukaan, seperti air hujan dan danau, yang kemudian meresap ke dalam tanah atau akuifer di daerah imbuhan (recharge area) dan mengalir menuju lepasan (discharge area) [13].

b. Air Permukaan

Air permukaan merupakan bagian dari air hujan yang tidak terserap ke dalam tanah atau air yang telah meresap tapi kemudian muncul kembali ke permukaan bumi. Air permukaan terbagi menjadi beberapa jenis seperti limpasan, sungai, danau, dan rawa. Salah satu jenis air permukaan yang memiliki peran penting adalah Sungai, yang sering dimanfaatkan sebagai sumber air utama. Selama ketersediaannya mencukupi baik dari segi jumlah maupun kualitas, Sungai dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan, termasuk keperluan rumah tangga, irigasi, industri, aktivitas di pedesaan dan perkotaan, serta mendukung kehidupan organisme dalam suatu ekosistem [14].

c. Air Hujan

Air hujan merupakan sumber air utama, apalagi di daerah yang tidak memiliki sumber air bersih, kualitas air permukaan yang kurang bagus, dan juga air tanah yang tidak tersedia [15].

4. Kebutuhan Air

Kebutuhan air tanaman merujuk pada jumlah air yang diperlukan oleh tanaman untuk mendukung pertumbuhannya sehingga menghasilkan tambahan berat kering. Kebutuhan ini dapat dihitung dengan membandingkan jumlah air yang dibutuhkan oleh setiap tanaman. Dalam konteks irigasi, terdapat dua proses utama yang menyebabkan kehilangan air selama pertumbuhan tanaman, yaitu evaporasi dan transpirasi, yang menentukan total kebutuhan air tanaman. Evaporasi adalah proses hilangnya air akibat penguapan dari permukaan tanah, badan air, atau permukaan tanaman tanpa masuk ke dalam sistem tanaman. Sementara itu transpirasi adalah kehilangan air melalui bagian dalam tubuh tanaman, dimana air yang diserap oleh akar digunakan untuk pembentukan jaringan tanaman dan kemudian dilepaskan ke udara melalui daun. Kedua proses ini secara keseluruhan dikenal sebagai evapotranspirasi.

Dibandingkan dengan tanaman atau komoditas lainnya, padi sawah merupakan satu-satunya tanaman pertanian yang memerlukan air dalam jumlah besar dan dalam jangka waktu yang Panjang. Kebutuhan airnya rata-rata sekitar 1,2 liter/detik/ha, tergantung pada jenis tanah yang diolah, tahap pertumbuhan bibit, serta masa berbunga [16].

5. Definisi sistem perpipaan

Sistem perpipaan merupakan sistem yang menyeluruh, mampu memenuhi kebutuhan dengan efisiensi tinggi serta memiliki nilai estetika. Sebagai sistem yang komprehensif, perpipaan berperan penting dalam menghubungkan titik penampungan fluida ke titik pengeluarannya. Umumnya, sistem ini terdiri dari berbagai komponen seperti pipa, katup, flens, nosel, instrument, pengukur tekanan, fitting (tee, elbow, end stub, cross, dan sebagainya). Dalam konteks pertanian, sistem perpipaan di area persawahan menjadi bagian integral dari penerapan perpipaan dalam kehidupan sehari-hari [17].

Prinsip dasar pipa

Sistem perpipaan mampu menyalurkan air bersih dengan tekanan yang sesuai ke Lokasi yang di butuhkan serta membuang air kotor dari suatu tempat tanpa menghilangkan elemen penting dalam prosesnya [18].

Pengertian pipa

Pipa merupakan saluran tertutup yang berfungsi untuk mengalirkan fluida, energi, atau keduanya. Umumnya, pipa diklasifikasikan berdasarkan diameter luarnya, sementara ukuran nominal sering digunakan sebagai acuan dalam penentuan ukuran pipa. Pipa memiliki peran krusial dalam berbagai industri karena mampu menyalurkan berbagai macam jenis fluida, baik cair maupun gas, dengan berbagai Tingkat suhu dan tekanan. Selain itu, jenis fluida yang dialirkan melalui pipa juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan disekitarnya.

Tujuan pipa

Pipa umumnya dirancang untuk mengalirkan cairan dari satu lokasi ke lokasi lain karena bentuknya yang silindris dengan lubang ditengahnya. Fluida memiliki sistem aliran tersendiri, yang dapat bergerak melalui pipa secara gravitasi atau menggunakan sistem aliran bertekanan dengan bantuan alat atau zat bertekanan lainnya.[19]

Pipa dapat dikelompokkan berdasarkan bahan pembuatannya, fungsinya, serta tujuan penggunaannya [20].

Material pipa yang banyak digunakan:

- a. Pipa carbon steel.
- b. Pipa carbon moly.
- c. Pipa stainless steel.
- d. Pipa duplex (biasanya digunakan untuk proyek migas).
- e. Pipa galvanis.
- f. Pipa ferro nikel.
- g. Pipa chrome moly.
- h. Pipa PVC.
- i. Pipa HDPE (High Density Poly Ethylene).

6. Genset

Pengertian genset

Generator set atau yang biasa di sebut genset adalah perangkat yang berfungsi untuk menghasilkan listrik. Istilah generator set mengacu pada satu kesatuan peralatan yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu engine dan generator atau alternator. Engine berperan sebagai penggerak, sementara generator atau alternator berfungsi sebagai pembangkit listrik. Engine dapat berupa mesin diesel berbahan bakar solar atau mesin berbahan bakar bensin. Sementara itu, generator atau alternator terdiri dari gulungan tembaga yang membentuk stator (kumparan statis) dan rotor (kumparan berputar) [21].

Mesin penggerak, yang berfungsi untuk menggerakkan generator, adalah komponen utama genset. Mesin ini dapat berupa mesin diesel, bensin, atau bahkan gas, tergantung pada kebutuhan dan tujuan tertentu. Dengan menggunakan proses induksi elektromagnetik, generator menghasilkan energi listrik dari energi mekanik yang dihasilkan oleh mesin. Genset memiliki banyak komponen tambahan untuk memastikan operasi yang aman dan efisien, seperti sistem pendingin, sistem pelumasan, dan kontrol otomatis.

7. Pompa

Pompa merupakan alat yang digunakan untuk mentransfer cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara mengalirkan fluida. Peningkatan tekanan dalam cairan diperlukan untuk mengatasi berbagai hambatan selama proses pengaliran. Salah satu referensi utama yang membahas terminology, definisi, prinsip kerja, serta standar pompa adalah *Hydraulic*

Institute Standards, yang telah diakui sebagai standar internasional oleh *American National Standards Institute* (ANSI) [22].

Definisi dan fungsi utama pompa

- Mengangkat cairan dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi.
- Menyalurkan cairan dalam sistem tertutup untuk keperluan sirkulasi.
- Mengurangi hambatan aliran dalam pipa yang disebabkan oleh gesekan atau perubahan tekanan.

Pompa submersible

Pompa submersible adalah jenis pompa sentrifugal yang beroperasi menggunakan tenaga listrik dari permukaan. Cara kerja pompa ini didasarkan pada konversi energi kinetik, yang dihasilkan oleh putaran impeller, menjadi energi potensial. Energi potensial tersebut kemudian digunakan untuk mengangkat air atau cairan dari sumbernya ke permukaan. Proses ini terjadi ketika impeller berputar didalam casing atau rumah pompa [23].

8. Pipa

Fitting pipa merupakan elemen penting yang dirancang untuk memenuhi fungsi spesifikasi dalam sistem perpipaan. Contohnya, elbow berperan dalam mengubah aliran, tee digunakan untuk membentuk percabangan, dan reducer berfungsi mengecilkan diameter pipa. Komponen ini memiliki peran krusial dan menjadi salah satu kebutuhan utama dalam industri minyak dan gas [24].

9. Software EPANET 2.2

EPANET 2.2 adalah perangkat lunak yang dirancang untuk mensimulasikan aliran hidraulik serta kualitas air dalam sistem perpipaan. Sistem ini terdiri dari berbagai elemen, termasuk pipa, node (titik sambungan pipa), pompa, katup, serta tangkai air atau reservoir. EPANET 2.2 mampu memodelkan aliran air dalam setiap pipa, tekanan di setiap titik, serta konsentrasi bahan kimia yang mengalir dalam sistem selama periode distribusi.

Sebagai versi terbaru, EPANET 2.2 menghadirkan berbagai pembaruan dibandingkan versi sebelumnya, mencakup fitur-fitur baru dan peningkatan yang meningkatkan fungsional serta akurasi simulasi. Program ini telah menjadi standar utama dalam bidang teknik lingkungan, khususnya dalam sistem distribusi air.

Output dari Epaet 2.2

Hasil simulasi yang diperoleh mencakup berbagai informasi penting seperti, tekanan disetiap titik, kecepatan aliran, kehilangan energi(headloss), dan tinggi hidrolis (hydraulic head) dalam sistem [25].

10. Software Google Earth Pro

Google Earth adalah aplikasi pemetaan berbasis citra satelit yang dapat diakses dengan mudah. Aplikasi ini menampilkan peta bumi dengan informasi topografi serta berbagai elemen seperti jalur, bangunan, dan data geografis lainnya yang dapat ditampilkan dalam bentuk overlay. Sebagai salah satu alat pemetaan interaktif, Google Earth menyediakan representasi digital dari globe yang dilengkapi dengan berbagai fitur, termasuk pembaruan data dan akses ke peta historis.

Aplikasi ini berguna untuk mengamati suatu wilayah dari berbagai sudut, baik secara horizontal maupun vertical, tanpa perlu melakukan observasi langsung di lokasi. Selain itu, Google Earth memungkinkan pengguna untuk menjelajahi dan mempelajari dunia melalui tampilan globe virtual yang interaktif.

Fitur utama Google Earth

1. Visualisasi 3D

Salah satu fitur utama Google Earth adalah kemampuannya menampilkan peta dengan format tiga dimensi (3D). Pengguna dapat melihat berbagai objek, seperti Gedung, gunung, dan lembah, dengan tampilan yang detail dan realistis.

2. Citra satelit

Google Earth menyediakan akses ke gambar satelit berkualitas tinggi yang mencakup hampir seluruh permukaan bumi. Pembaruan dilakukan secara berkala untuk memastikan akurasi dan relevansi data yang ditampilkan.

3. Street views

Dengan fitur street views, pengguna dapat menjelajahi jalan-jalan di berbagai belahan dunia dan melihat lingkungan sekitar dari perspektif orang pertama.

4. Time lapse dan Sejarah gambar

Google earth memungkinkan pengguna untuk melihat perubahan suatu lokasi dari waktu ke waktu melalui fitur time lapse. Fitur ini berguna untuk memahami perkembangan kota, perubahan lingkungan, serta dampak perubahan iklim.

5. Eksplorasi mars dan bulan

Selain bumi, Google Earth juga memungkinkan pengguna untuk menjelajahi planet mars dan bulan melalui fitur eksplorasi luar angkasa.

6. Pencarian dan informasi lokasi

Pengguna dapat dengan mudah mencari lokasi berdasarkan alamat, nama tempat, atau koordinat geografis. Google Earth juga menyediakan informasi tambahan seperti sejarah, deskripsi, dan gambar dari lokasi tersebut.

7. Tur virtual

Fitur ini memungkinkan pengguna menjelajahi tempat-tempat terkenal di dunia dengan Paduan visual serta narasi yang menarik.

8. Proyek kustom

Pengguna dapat membuat proyek kustom dengan menambahkan lokasi, gambar, teks, serta garis ke peta. Fitur ini sangat berguna untuk keperluan Pendidikan, perencanaan, atau presentasi.

11. Software Garmin Basecamp

Basecamp Garmin adalah aplikasi desktop yang dirancang untuk digunakan Bersama perangkat Garmin. Aplikasi ini memudahkan pengguna dalam merencanakan perjalanan luar ruangan, mengatur waypoint, rute, serta trek, dan memanfaatkan peta topografi yang lebih detail yang tersedia di perangkat Garmin mereka. Dengan Basecamp, pengguna dapat membuat, merancang, dan mengedit perjalanan untuk berbagai aktivitas seperti hiking, bersepeda, berkendara, atau kegiatan luar ruangan lainnya.

Basecamp compatible dengan berbagai model perangkat Garmin, termasuk GPS genggam, perangkat navigasi kendaraan, serta beberapa perangkat kebugaran Garmin. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengunduh peta, menyusun rute, dan mengelola data perjalanan dengan lebih terorganisir. Hal ini sangat bermanfaat bagi para penggemar aktivitas luar ruangan yang membutuhkan alat perencanaan perjalanan yang aman dan efisien.

Dengan mengolah data dari peta dasar, Garmin Basecamp dapat memperkirakan waktu tempuh dan jarak yang diperlukan untuk menyelesaikan rute. Selain itu, aplikasi ini juga dapat memberikan petunjuk navigasi berdasarkan rute yang telah dibuat, termasuk

informasi arah, jarak, estimasi waktu tempuh, jarak kumulatif, arah checkpoint dalam satuan derajat horizontal, serta koordinat lokasi.

12. Garmin GPS Map 65s

Garmin GPS Map 65s merupakan GPS portable yang dirancang khusus untuk aktivitas luar ruangan seperti mendaki, geocaching, berkemah, dan ekspedisi. Sebagai bagian dari lini perangkat premium Garmin, GPS Map 65s dilengkapi dengan berbagai fitur canggih yang memudahkan navigasi di medan yang sulit. Beberapa merupakan fitur unggulan perangkat ini antara lain.

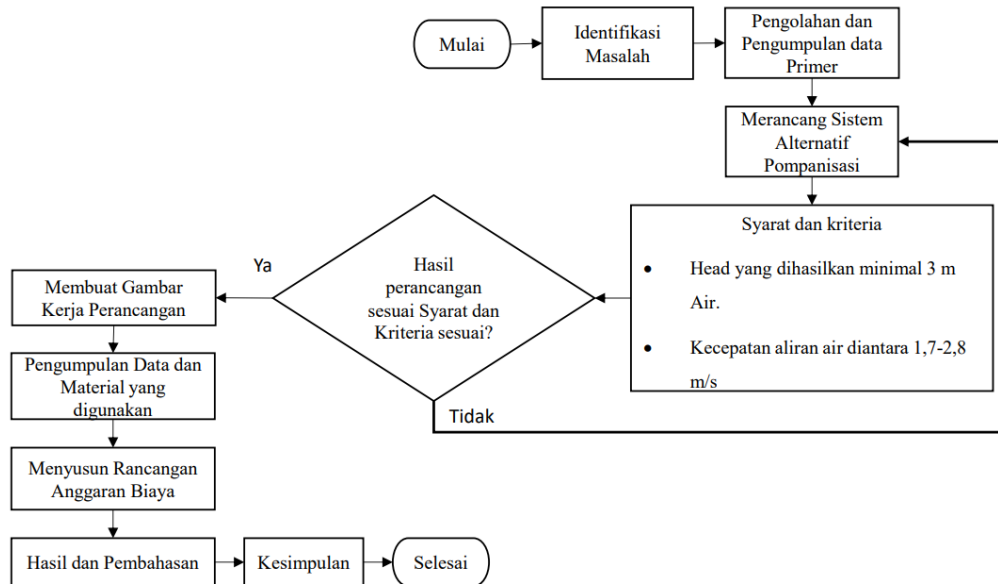
- Teknologi Multi-band Mendukung berbagai sistem satelit navigasi global (GNSS), termasuk GPS, GLONASS, Galileo dan lainnya.
- Sensor AB: Memiliki altimeter untuk mengukur ketinggian, barometer untuk memantau cuaca, serta Kompas elektronik 3 sumbu untuk menentukan arah dengan lebih akurat.
- Peta Bawaan Dilengkapi dengan peta Topo Active yang memungkinkan pengguna menjelajahi jalur dan rute dengan detail tinggi.
- Layar Yang Jernih Layar warna 2,6 inci yang tetap mudah dibaca, bahkan di bawah sinar matahari langsung.
- Daya tahan tinggi Memiliki ketahanan air dengan rating IPX7 dan dirancang untuk menghadapi kondisi medan yang berat.
- Fitur Geocaching Memungkinkan pengunduhan data geocache langsung tanpa perlu mencetak atau menyalin informasi secara manual.
- Konektivitas Nirkabel dapat terhubung ke smartphone melalui aplikasi Garmin Explore untuk sinkronisasi data dan pengunduhan peta tambahan.
- Daya Tahan Baterai: Menggunakan dua baterai AA yang mampu bertahan hingga 16 jam dalam mode GPS.

Dengan berbagai fitur tersebut, Garmin GPS Map 65s menjadi pilihan tepat bagi para petualang yang membutuhkan perangkat navigasi handal.[26]

BAB III METODOLOGI

1. Tahapan penelitian

Berikut adalah tahapan penelitian yang dilakukan:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

A. Identifikasi masalah

Dalam tahapan identifikasi masalah dilakukan diskusi bersama aparat desa dan warga, khususnya para petani, guna memahami keluhan dan kesulitan yang sering mereka hadapi saat menanam padi di musim kemarau. Dari hasil diskusi, diperoleh beberapa isu utama sebagai berikut:

- Terbatasnya pasokan air pada musim kemarau dan fenomena El Niño

Banyak lahan pertanian mengalami kekurangan air irigasi selama musim kemarau, terlebih saat terjadi El Niño yang menyebabkan kekeringan ekstrem. Hal ini secara langsung berdampak pada ketersediaan air dan hasil panen. Berikut rincian masalah yang dihadapi:

- Penurunan sumber air: Debit air dari sungai dan waduk, sebagai sumber utama irigasi, menyusut drastis selama musim kemarau dan El Niño, sehingga air sulit dialirkan secara merata ke seluruh petak sawah.

- Keterbatasan infrastruktur irigasi: Sistem irigasi yang sudah tua atau rusak, seperti pipa bocor dan saluran yang tersumbat, menurunkan efisiensi distribusi air. Tanpa infrastruktur yang memadai, masalah ini di jelaskan lebih lanjut sebagai berikut.

b) Perbedaan elevasi antara sungai dan lahan pertanian

Ketika permukaan sungai berada lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sawah, distribusi air menjadi lebih rumit dan tidak efisien. Masalah ini dijelaskan lebih lanjut sebagai berikut:

- Keterbatasan sistem gravitasi: Air tidak bisa mengalir dengan sendirinya karena sistem aliran gravitasi tidak efektif saat terdapat perbedaan ketinggian yang besar.
- Tingginya biaya operasional pompa: penggunaan pompa untuk mengangkat air dari sungai memerlukan energi besar dan biaya operasional seperti bahan bakar atau listrik yang membebani petani.
- Potensi kehilangan air: Kehilangan air akibat kebocoran atau penguapan meningkat seiring elevasi, sehingga efisiensi irigasi menurun.
- Kesulitan pengaturan tekanan: Saluran perpipaan sering menghadapi kendala dalam menjaga tekanan air karena perbedaan ketinggian yang mencolok.

c) Harapan petani untuk panen dua kali dalam satu tahun

Petani berharap dapat meningkatkan produktivitas dengan melakukan panen dua kali dalam setahun. Untuk mewujudkan hal ini, diperlukan ketersediaan air yang mencukupi dan sistem irigasi yang terkelola dengan baik.

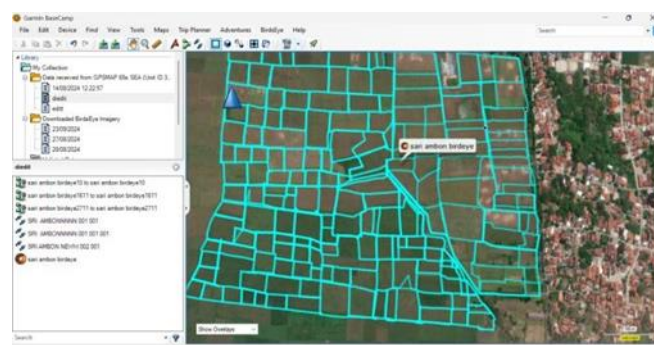
- Ketersediaan air yang memadai: Penanaman dua musim memerlukan pasokan air yang konsisten, terutama pada musim kemarau. Ketergantungan pada curah hujan atau irigasi yang tidak stabil dapat menghambat tujuan ini.
- Manajemen irigasi yang efektif: Pengelolaan irigasi meliputi perencanaan, pengaturan, pelaksanaan, dan pemantauan distribusi air secara efisien. Hal ini mencakup pengelolaan saluran, control air, pemilihan teknologi irigasi yang tepat dan optimal sumber daya air.

B. Pengolahan data primer

Tracking

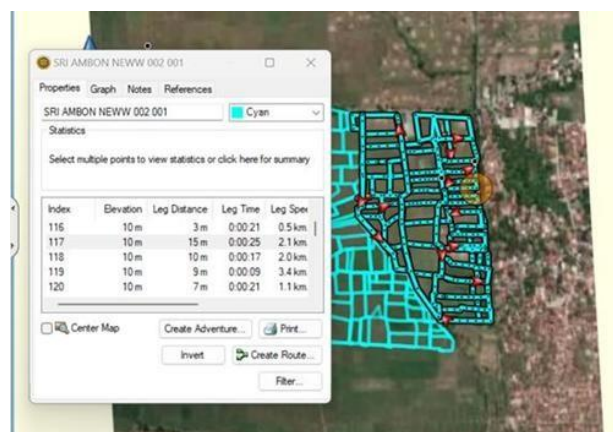
Tracking merupakan aktivitas pemantauan kondisi area pertanian dengan memanfaatkan teknologi modern. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan hasil produksi, efisiensi kerja, serta mengelola sumber daya secara berkelanjutan. Setelah menentukan lokasi sawah

yang dikaji, selanjutnya memutuskan untuk melakukan tracking area menggunakan perangkat Garmin GPSMAP 65s. Alat ini dapat merekam rute perjalanan sehingga dapat menghindari pengulangan jalur yang sama. Perangkat ini dilengkapi dengan fitur marking untuk memberi nama pada titik-titik tersebut. Kadua fitur ini sangat membantu dalam penelusuran area sawah, mulai dari batas luar hingga ke tiap petak sawah secara detail. Selain itu, alat ini juga dapat merekam informasi elevasi di jalur yang dilalui, yang sangat berguna dalam tahap perancangan, seperti penentuan jalur dan titik persimpangan pipa. Proses tracking mulai dari sumber air utama dan dilanjutkan ke setiap petak sawah, sehingga seluruh area dapat dicakup tanpa ada bagian yang terlewat, demi memperoleh data yang akurat.



Gambar 2. Jalur Hasil Tracking

Setelah memperoleh jalur tracking berikutnya, langkah untuk mendapatkan data elevasi dilakukan dengan cara memeriksa secara cermat setiap titik pada waypoint yang telah ditandai sebelumnya, sehingga informasi mengenai ketinggian dapat diperoleh secara lebih akurat dan sistematis.

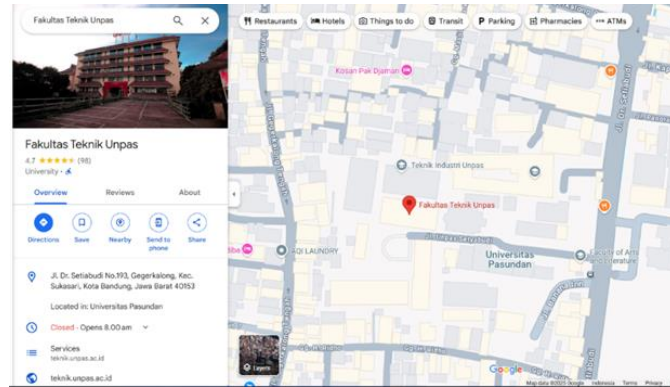


Gambar 3. Cara mengumpulkan data elevasi

2. Tempat penelitian

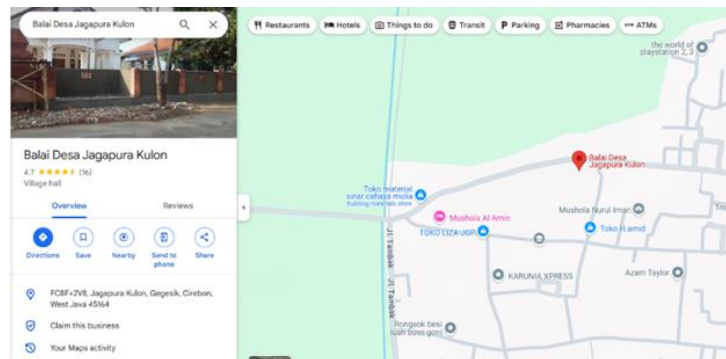
Penelitian ini dilakukan pada 2 tempat, yaitu:

- a) Fakultas Teknik Universitas Pasundan Jalan Dr. Setiabudi No. 193, Gegerkalong, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40153.



Gambar 4. Lokasi Fakultas Teknik Universitas Pasundan

- b) Desa Jagapura Kulon, Kecamatan Gegesik Kabupaten Cirebon, Jawa Barat 45164.



Gambar 5. Lokasi Desa Jagapura Kulon

3. Alat ukur yang digunakan

Pada penelitian ini menggunakan beberapa alat sebagai berikut:

Tabel 1. Alat yang digunakan

No	Peralatan	Jumlah
1	Garmin GPSMAP 65s	1
2	Roll meter	1
3	Stopwatch Handphone	1
4	Software Google Earth	1
5	Software Garmin Basecamp	1
6	Software EPANET 2.2	1

Instrumen alat ukur yang digunakan, yaitu:

a) Garmin GPSMAP 65s

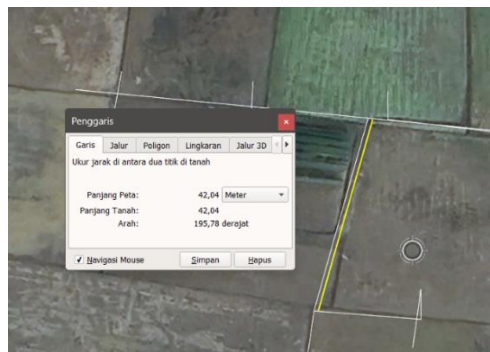
Garmin GPSMAP 65s merupakan alat navigasi dan pemetaan berbasis sistem satelit GNSS multiband, yang digunakan untuk memperoleh data koordinat (lintang dan bujur) serta elevasi permukaan lahan. Alat ini mampu menerima sinyal dari berbagai konstelasi satelit (GPS, GLONASS, Galileo, QZSS, dan IRNSS), sehingga memberikan tingkat akurasi yang tinggi bahkan di lingkungan dengan tutupan pohon atau bangunan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang pembuatan jalur, memuat data elevasi pada software basecamp yang sudah di import dari alat Garmin GPSMAP 65s, kalibrasi, membuat simulasi perancangan di software EPANET 2.2, membuat anggaran biaya dan membahas hasil penelitian.

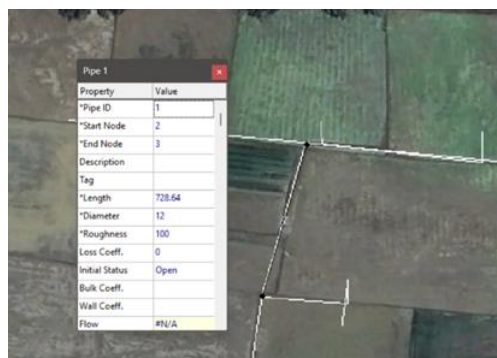
1. Kalibrasi

Kalibrasi adalah proses penyesuaian atau alat ukur agar hasil pengukuran yang dilakukan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Tujuannya adalah memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan. Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan jarak yang diukur, kemudian ukur menggunakan fitur penggaris pada google earth dan hasilnya terdapat pada gambar di bawah.



Gambar 6. Pengukuran jarak pada software Google Earth

Gambar berikut memperlihatkan hasil pengukuran yang diperoleh melalui perangkat lunak EPANET 2.2, yang kemudian digunakan sebagai dasar dalam menganalisis karakteristik hidraulika pada sistem jaringan pipa yang diamati.



Gambar 7. Pengukuran menggunakan software EPANET 2.2

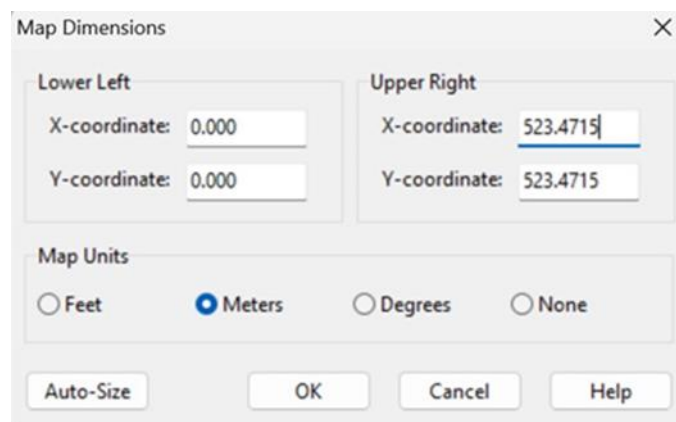
Setelah dilakukan pengukuran menggunakan perangkat lunak Google Earth dan EPANET 2.2, data yang diperoleh kemudian dihitung dengan menggunakan rumus yang ditampilkan pada bagian berikut. Perhitungan ini bertujuan untuk memperoleh nilai parameter hidraulika yang lebih akurat, sehingga dapat dijadikan dasar dalam analisis dan pembahasan hasil penelitian.

Jarak asli pada Google Earth = 100.06 meter

Jarak pada EPANET 2.2 = 1911.47 meter

$$\begin{aligned}
 \text{Kalibrasi panjang} &= \frac{\text{Jarak asli pada software Google Earth}}{\text{Jarak pada Software EPANET 2.2}} \times 10000 \quad (3) \\
 &= \frac{100.06}{1911.47} \times 10000 \\
 &= 523.4715 \text{ (hasil kalibrasi)}
 \end{aligned}$$

Hasil kalibrasi selanjutnya dimasukkan ke dalam *map dimension* pada software EPANET 2.2, sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut. Tahapan ini dilakukan untuk memastikan bahwa data kalibrasi terintegrasi dengan model jaringan pipa, sehingga simulasi yang dihasilkan dapat lebih akurat dan sesuai dengan kondisi lapangan.



Gambar 8. Memasukan hasil kalibrasi pada map dimension EPANET 2.2

Setelah selesai melakukan kalibrasi, tahap selanjutnya adalah memulai proses perancangan sistem. Proses ini dilakukan dengan mempertimbangkan data hasil kalibrasi agar rancangan yang dibuat lebih akurat serta sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan.

2. Membuat jalur dan memuat data elevasi dari software Basecamp

Setelah melakukan pengukuran, menampilkan hasil wilayah yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu 5,63 hektar.



Gambar 9. Area penelitian blok 8



Gambar 10. Luas area penelitian

Pada gambar di atas terdapat jalur yang berwarna ungu adalah luas area penelitian seluas 5,63 hektar. Setelah memuat data wilayah yang dilakukan penelitian, Langkah selanjutnya adalah membuat jalur perpipaan dengan mempertimbangkan elevasi antar petak dan pematang sawah, untuk memaksimalkan daya gravitasi. Membuat jalur ini dilakukan di software Google Earth dikarenakan peta yang ditampilkan dari satelit terlihat nyata seperti fakta di lapangan. Memuat data elevasi yang sebelumnya di ukur dapat dilihat pada software basecamp.

Properties Graph Notes References

SRI AMBONNNNN 001 001 001

Summary

Points: 2046
Distance: 21.0 km
Area: 81591 sq m

Time

Elapsed Time: 8 days 6:34:45
Moving Time: 6:25:18
Stopped Time: 8 days 0:09:27

Speed

Avg: 0.11 km/h
Avg Moving: 3.27 km/h
Min: 0 km/h
Max: 267 km/h

Elevation

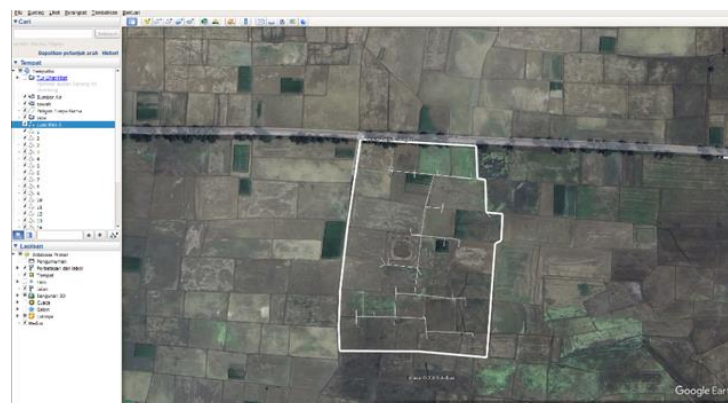
Min: 4 m
Max: 36 m
Ascent: 0.0 %
Descent: 0.0 %

Index	Elevation	Leg Distance	Leg Time	Leg Speed	Leg Course	Time	Position
7	24 m	73 m	0:00:35	8 km/h	269.2° true	15/08/...	S6° 32'...
8	24 m	84 m	0:11:59	0.4 km/h	268.4° true	15/08/...	S6° 32'...
9	20 m	1 m	0:00:01	5 km/h	254.6° true	15/08/...	S6° 32'...
10	20 m	32 m	0:00:01	114 km/h	182.0° true	15/08/...	S6° 32'...
11	20 m	32 m	0:00:12	10 km/h	1.7° true	15/08/...	S6° 32'...
12	20 m	1 m	0:00:18	0.3 km/h	299.6° true	15/08/...	S6° 32'...
13	21 m	4 m	0:00:31	0.5 km/h	307.3° true	15/08/...	S6° 32'...
14	21 m	16 m	0:00:22	2.6 km/h	280.3° true	15/08/...	S6° 32'...
15	20 m	8 m	0:00:11	2.7 km/h	275.4° true	15/08/...	S6° 32'...

Center Map Invert Create Route... Create Adventure... Print... Filter...

Gambar 11. Mencari data elevasi

Dapat dilihat pada gambar di atas untuk mendapatkan angka elevasi hanya klik pada jalur yang berwarna biru dua kali selanjutnya muncul semua data elevasi setiap jalur telah dilewati. Terdapat lingkaran berwarna orange pada gambar diatas menunjukkan elevasi yang dicari dan datanya terdapat pada tabel yang di blok warna biru. Selanjutnya mencari panjang jalur untuk memasukan pada panjang pipa.

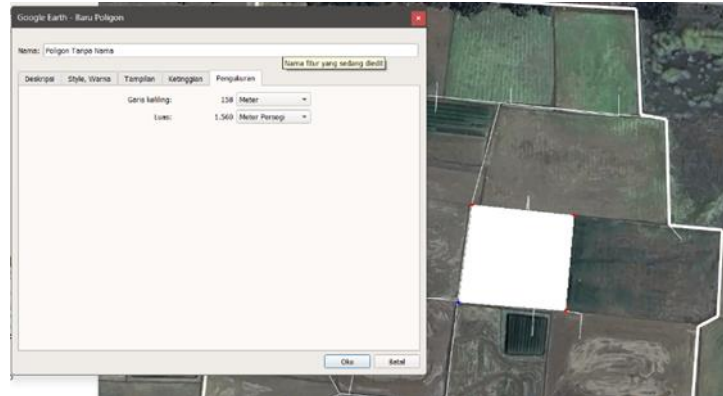


Gambar 12. Mencari data panjang pipa

Setelah mengkaji data elevasi dan panjang pipa, tahap selanjutnya adalah membuat jalur perpipaan pada perangkat lunak Google Earth. Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran visual jaringan perpipaan secara lebih jelas serta memudahkan proses integrasi data pada perangkat lunak analisis hidraulika yang digunakan pada penelitian ini.

3. Mengukur luas petak sawah

Mengukur luas petak sawah menggunakan software Google Earth, dalam mengukur luas area petak sawah yang hasilnya menggunakan satuan m². Pada gambar di bawah ini menunjukkan data luas area yang diukur.



Gambar 13. Mengukur luas area petak sawah

Pada Gambar 13 dapat dilihat bahwa luas area hasil pengukuran adalah sebesar 1,560 m². Data tersebut digunakan sebagai acuan dalam analisis kebutuhan air dan perencanaan jaringan perpipaan, sehingga perancangan sistem dapat disesuaikan dengan kondisi lapangan secara lebih akurat.

4. Menghitung kebutuhan air pada setiap petak sawah

Menghitung kebutuhan air dengan referensi 1 l/s/ha [27]. Untuk mendapatkan nominal kebutuhan air atau *base demand*, nominal referensi sebelumnya harus dikalikan dengan luas petak sawah serta dikalikan dengan penguapan serta penyerapan.



Gambar 14. Jumlah petak sawah

Setelah menentukan jumlah petak sawah yang dihitung kebutuhan air dengan satuan l/min, langkah berikutnya adalah membuat tabel dengan memasukan data luas petak sawah yang sebelumnya telah di ukur dan dikalikan dengan kebutuhan air 1 l/s/ha (1 liter per detik

per hektar). Di bawah ini terdapat gambar perhitungan, kebutuhan air 0.054 l/min/m² dikalikan dengan setiap luas petak sawah menghasilkan data *base demand* seperti pada tabel 10.

Tabel 2. Data hasil perhitungan *base demand*

Kebutuhan Air	1	l/s/ha
	60	l/min/ha
Luas	5.63	ha
	337.8	l/min/ha
1 Ha	10000	m ²
Kebutuhan Air	0.034	l/min/m ²

Selanjutnya, *base demand* dikalikan dengan faktor penguapan ke atmosfer serta penyerapan ke tanah, kemudian hasilnya disesuaikan dengan koefisien (100/80). Perhitungan ini bertujuan untuk memperoleh estimasi kebutuhan air yang lebih realistis dengan mempertimbangkan kehilangan akibat proses alami.

$$Bd = L \times Ka \quad (4)$$

Dimana:

Bd = *Base demand* (l/min)

L = Luas petak sawah (m²)

Ka = Kebutuhan air (1 l/s/ha)

$$Bd_{total} = Bd \times \left(\frac{100}{80} \right) \quad (5)$$

Bd_{total} = *Base demand* total (l/min)

Bd = *Base demand* (l/min)

Base demand (l/min) adalah kebutuhan air yang dihasilkan dari perkalian luas petak sawah dan kebutuhan air per liter per detik per hektar, sedangkan *base demand* total (l/min) adalah kebutuhan air yang dihasilkan dari perkalian *base demand* dengan nominal (100/80) sebagai penyerapan ke tanah dan penguapan ke atas. Hasil bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Kebutuhan air petak sawah

Petak	Luas (m ²)	base demand (LPM)	Base Demand Total (LPM)
1	1294	43.7	54.6
2	1113	37.6	47.0
3	1620	54.7	68.4
4	1690	57.1	71.4
5	1702	57.5	71.9
6	2007	67.8	84.7
7	2815	95.1	118.9
8	2158	72.9	91.1
9	1571	53.1	66.3
10	3761	127.0	158.8
11	1911	64.6	80.7
12	1759	59.4	74.3
13	1514	51.1	63.9
14	2303	77.8	97.2
15	2456	83.0	103.7
16	726	24.5	30.7
17	1365	46.1	57.6
18	2213	74.8	93.4
19	1065	36.0	45.0
20	1153	38.9	48.7
21	1119	37.8	47.2
22	1712	57.8	72.3
23	1820	61.5	76.8
24	1046	35.3	44.2
25	1379	46.6	58.2
26	2039	68.9	86.1
27	2347	79.3	99.1
Total			2012.4

Total kebutuhan air pada Blok 8 dengan luas area sebesar 5,63 hektar adalah sebesar 2012.4 liter per menit nilai ini mencerminkan debit air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan irigasi lahan secara optimal berdasarkan luas lahan dan standar kebutuhan air per hektar.

5. Syarat dan kriteria perancangan

Syarat dan kriteria yang sudah ditentukan sebelumnya menjadi tolak ukur dalam melakukan perancangan. Berikut adalah syarat dan kriterianya yaitu:

a) *Head*

Head yang dihasilkan pada perancangan sistem pompanisasi memiliki nilai minimum sebesar 3 meter air. Nilai tersebut ditetapkan untuk memastikan sistem mampu mengalirkan air secara optimal sesuai dengan kebutuhan operasional dan kondisi hidraulika jaringan.

b) Kecepatan aliran

Kecepatan aliran yang dihasilkan berada pada kisaran 1.7-2.8 m/s. Rentang kecepatan tersebut masih berada dalam batas yang diizinkan menurut standar hidraulika, sehingga sistem perpipaan dapat beroperasi dengan efisien tanpa menimbulkan kehilangan energi yang berlebihan.

c) Metode penempatan pompa

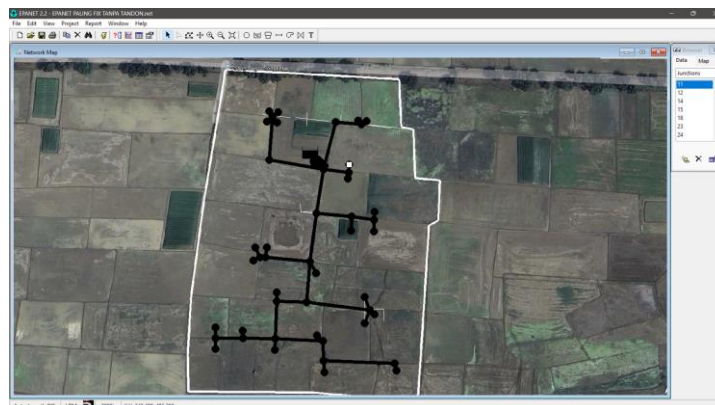
Metode penempatan pompa yang digunakan terdapat dua cara, pertama metode parallel yang digunakan untuk menaikkan volume air yang lebih besar. Kedua metode seri yang digunakan untuk menaikkan *head* atau daya dorong pompa.

6. Membuat desain alternatif dan mensimulasikan pada software EPANET 2.2

Membuat desain alternatif pada perancangan sistem pompanisasi dibuat dengan mempertimbangkan tekanan yang dihasilkan dan kecepatan aliran yang sudah ditentukan. Dalam merancang jalur perpipaan dengan dua alternatif terdapat kesamaan dalam memasukan data seperti elevasi, panjang pipa, dan kebutuhan air (*base demand*).

A. Desain alternatif pertama

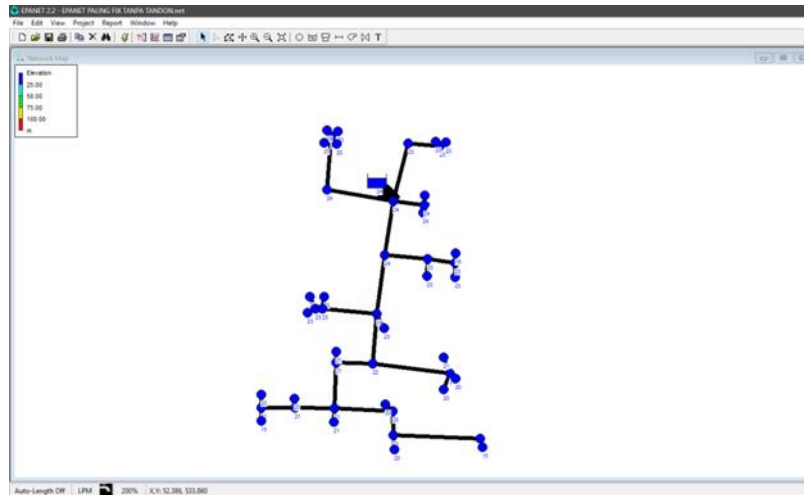
Pada desain alternatif pertama menggunakan pompa dan jaringan perpipaan diharapkan tekanan dan kecepatan yang dihasilkan sesuai syarat dan kriteria yang telah ditentukan. Langkah pertama adalah memindahkan jalur yang telah dibuat pada software Google Earth ke software EPANET 2.2.



Gambar 15. Jalur perpipaan pada software EPANET 2.2 alternatif pertama

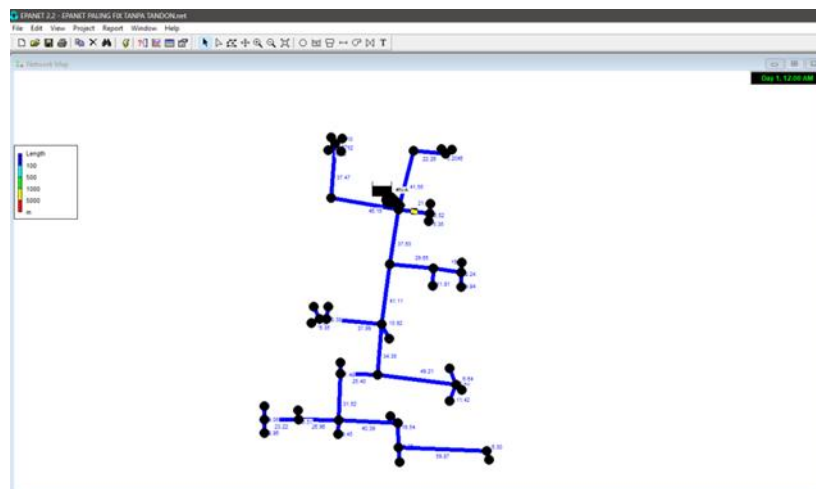
Langkah selanjutnya adalah memasukan data elevasi pada setiap junction (titik hitam) pada gambar di atas yang didapatkan pada software basecamp. Dalam memasukan data

elevasi harus teliti karena data elevasi yang didapat harus sesuai dengan jalur yang dimasukan. Pada gambar di bawah menunjukkan data elevasi yang telah di masukan ke dalam jaringan perpipaan pada EPANET 2.2.



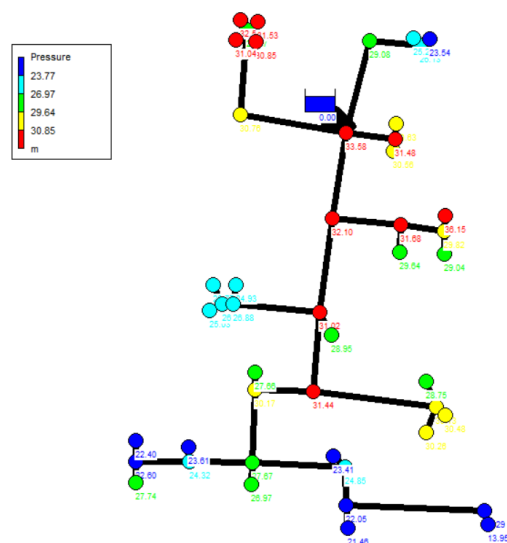
Gambar 16. Elevasi alternatif pertama

Setelah memasukan data elevasi, langkah selanjutnya adalah memasukan data Panjang pipa sesuai dengan Panjang pipa yang didapatkan pada software basecamp.



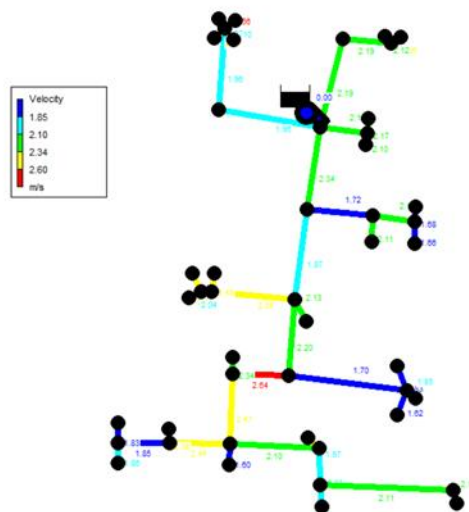
Gambar 17. Panjang pipa alternatif pertama

Langkah selanjutnya adalah memasukkan data kebutuhan air (*base demand*) pada setiap petak sawah (*junction*). Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa distribusi air pada sistem perpipaan sesuai dengan kebutuhan aktual di lapangan serta dapat dianalisis secara lebih akurat melalui simulasi hidrolika.



Gambar 20. Tekanan alternatif pertama

Tekanan yang dihasilkan pada alternatif pertama berkisar 23.77-30.85 m. Data tekanan yang dihasilkan ini sudah sesuai syarat dan kriteria.



Gambar 21. Kecepatan aliran alternatif pertama

Kecepatan aliran yang dihasilkan pada perancangan alternatif pertama telah sesuai dengan persyaratan dan kriteria, yaitu berada pada kisaran 1,70-2,80 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan yang dibuat dapat menjaga efisiensi distribusi air sekaligus mencegah terjadinya kehilangan energi yang berlebihan maupun kerusakan pada jaringan perpipaan.

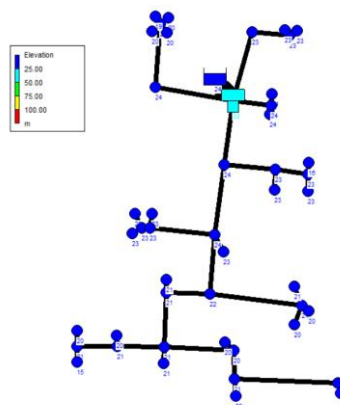
B. Desain alternatif kedua

Pada desain alternatif kedua menggunakan pompa, tandon dan jaringan perpipaan diharapkan tekanan dan kecepatan yang dihasilkan sesuai syarat dan kriteria yang telah ditentukan. Langkah pertama adalah memindahkan jalur yang telah dibuat pada software Google Earth ke software EPANET 2.2.



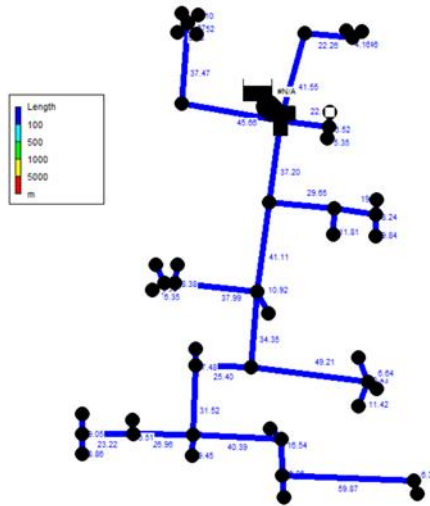
Gambar 22. Desain rancangan alternatif kedua pada software EPANET 2.2

Selanjutnya memasukan data elevasi pada setiap titik (*junction*), yang didapatkan pada software Basecamp. Dalam memasukan data elevasi harus teliti dikarenakan data yang didapat harus sesuai dengan rancangan yang dimasukan. Gambar di bawah ini menunjukkan data elevasi yang telah dimasukan ke dalam jaringan perpipaan pada software EPANET 2.2. untuk elevasi paling rendah yaitu 6 meter dan yang paling tinggi 24 meter.



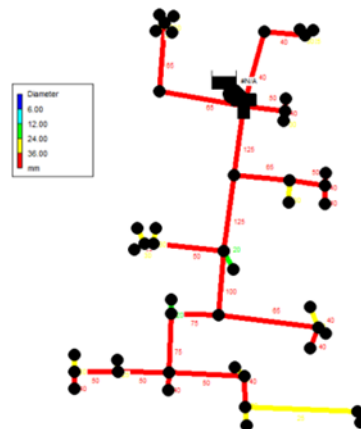
Gambar 23. Elevasi alternatif kedua

Setelah memasukkan data elevasi. Langkah selanjutnya adalah memasukkan data Panjang pipa sesuai dengan Panjang pipa yang didapatkan pada software basecamp.



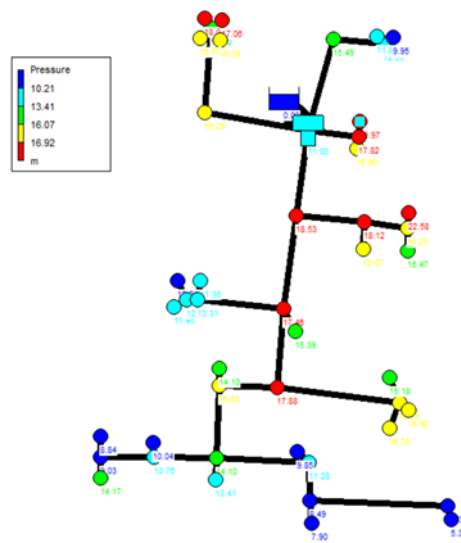
Gambar 24. Panjang pipa alternatif kedua

Langkah selanjutnya adalah memasukkan data kebutuhan air (base demand) pada setiap petak sawah pada setiap junction.



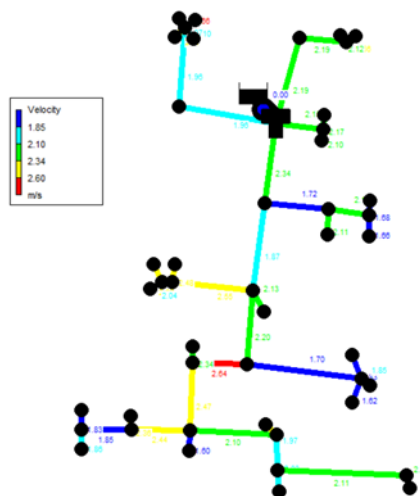
Gambar 25. Diameter pipa alternatif kedua

Setelah memasukkan data, langkah selanjutnya adalah menampilkan hasil tekanan dan kecepatan aliran air. Tahapan ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem yang dirancang serta memastikan bahwa nilai tekanan dan kecepatan yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan hidraulika yang telah ditetapkan.



Gambar 26. Tekanan alternatif kedua

Tekanan yang dihasilkan pada alternatif kedua berkisar 10.21-16.92 m. Data tekanan yang dihasilkan ini sudah sesuai syarat dan kriteria.



Gambar 27. Kecepatan aliran alternatif kedua

Kecepatan yang dihasilkan pada perancangan alternatif pertama ini sudah sesuai dengan syarat dan kriteria yaitu diantara 1.7-2.8 m/s. berikut adalah spesifikasi Tandoh yang digunakan pada perancangan alternatif kedua ini.

Tank 3	
Property	Value
*Tank ID	3
X-Coordinate	263.105
Y-Coordinate	439.945
Description	
Tag	
*Elevation	28
*Initial Level	11
*Minimum Level	1
*Maximum Level	12
*Diameter	5
Minimum Volume	
Volume Curve	
Can Overflow	No

Gambar 28. Spesifikasi tandon alternatif kedua

Spesifikasi tandon yang digunakan meliputi tinggi rangka penyangga sebesar 5 meter, tinggi silinder tandon 12 meter, dengan elevasi maksimum muka air sebesar 11 meter, dan diameter tandon berukuran 5 meter.

C. Perhitungan pompa dan biaya operasional

Setelah perancangan selesai dilakukan dan output yang dihasilkan telah sesuai dengan persyaratan serta kriteria, langkah selanjutnya adalah mencari pompa dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Pemilihan pompa dilakukan berdasarkan hasil analisis hidraulika, sehingga pompa yang dipilih mampu bekerja secara optimal dalam memenuhi kebutuhan distribusi air.



Gambar 29. Pompa alternatif pertama[28]

Spesifikasi Umum

Parameter	Spesifikasi
Merk	EBARA
Model	FSHA 150 x 125
Tipe Impeller	4JA522
Jenis Pompa	Sentrifugal Horizontal, End Suction
Diameter Suction	150 mm
Diameter Discharge	125 mm
Kapasitas Aliran (Flow)	3.900 LPM (65 m ³ /h)
Total Head	26.5 meter
Putaran (Speed)	± 1.480 rpm
Efisiensi Pompa	± 76 – 82%
Material Casing	Cast Iron (FC 200)
Material Impeller	Bronze / Cast Iron / Stainless Steel (Optional)
Shaft Material	Stainless Steel SUS 420 / 431
Mechanical Seal	Carbon vs Ceramic / Silicon Carbide (Optional)

Gambar 30. Spesifikasi pompa alternatif pertama[28]



Gambar 31. Genset alternatif pertama[28]

DO Set model NO	ELM 25E
Rating	25KVA
Power Factor (PF)	0.8 (lag)
Engine Model	G 25 - II
Engine Rating (KW)	20
Cooling type	Water Cooled
Cylinders	3
Aspiration	TCI
Gross Power (BHP)	33
Bore and stroke (mm)	91 x 110
Displacement (Litres)	2.145
Compression Ratio	17.5:01
Lube Oil Sump capacity (Litres)	6.5
Lube Oil Consumption (liters/hours)	0.1
Coolant Capacity (Litres)	10
Services Interval (Hours/Months)	500/12
Governing type	Mechanical (A1)
Air Cleaner type	Dry
Method of starting - Electrical	12V DC
Minimum capacity of Amp.hr starting BATTERY	90
Alternator Make	Stamford/ Leary Sauer/ Mecc Alte (Depends on availability)
Alternator type	Brushless, Single bearing, Self-excited with solid state AVR
Frequency (Hz)	50
Insulation Class	F/H
Control panel (Model)	standard control panel / AMF optional
Genset dimensions (LXBXH)	2000X1000X1350
Fuel Tank Capacity (Litres)	60

Gambar 32. Spesifikasi genset alternatif pertama[28]



Gambar 33. Pompa alternatif kedua[28]

Spesifikasi Teknis

Parameter	Spesifikasi
Model	EBARA FSJA 200 x 150 – 4KAS45
Tipe Pompa	Single Stage End Suction Centrifugal Pump
Diameter Suction	200 mm
Diameter Discharge	150 mm
Kapasitas (Flow Rate)	9,000 LPM (150 m ³ /h)
Total Head	27,5 meter
Putaran (RPM)	1.480 rpm
Efisiensi	± 79% (pada titik BEP)
Material Casing	Cast Iron (FC200)
Material Impeller	Bronze / Cast Iron / SS304 (opsional)
Material Shaft	Stainless Steel SUS 420 / 431
Mechanical Seal	Carbon vs Ceramic / Silicon Carbide (opsional)
Daya Motor	± 30–37 kW (d disesuaikan dengan kurva pompa)
Tipe Motor	TEFC (Totally Enclosed Fan Cooled) – 3 Phase
Sistem Penyambungan	Flange (DIN / JIS / ANSI tersedia)
Arah Putaran	Clockwise (dari sisi motor)
Berat Pompa (±)	± 420 kg (tanpa motor)
Temperatur Cairan	Hingga 90°C
Aplikasi	Irigasi, Industri, Bangunan, Air Bersih, Komersial

Gambar 34. Spesifikasi pompa alternatif kedua[28]



Gambar 35. Genset alternatif kedua[28]

DG Set model NO	ELM-50	ELM-62.50
Rating	50kVA	62.5kVA
Rating Type (as per ISO 8528)	Prime	Prime
Power Factor (PF)	0.8 (lag)	0.8 (lag)
Engine Model	EE483-TCl	EE483-TCl
Engine Rated Power (BHP)	65	80
Cylinders	4	4
Aspiration	TCl	TCl
Displacement (Litres)	3.30	3.30
Compression Ratio	17.01	17.01
Bore and stroke (mm)	100 x 105	100 x 105
Method of starting - Electrical	12V DC	12V DC
Minimum capacity of Amp.hr starting BATTERY	88	88
Lube Oil Consumption (% of fuel Consumption)	0.1	0.1
Lube Oil Sump capacity (Litres)	11	11
Coolant Capacity - UOM as Litres	14.8	17
Service Interval (Hours/Months)	500/12	500/12
Governing class	Mechanical A1	Mechanical A1
Alternator Make	Macc Alte/Leroy Somer/Stamford	Macc Alte/Leroy Somer/Stamford
Alternator type	Brushless, single bearing, self-excited with solid state AVR	Brushless, single bearing, self-excited with solid state AVR
Phases	3-phase	3-phase
Frequency (Hz)	50	50
Insulation Class	F/H	F/H
Control panel (Model)	Manual (AMF Module is standard)	Manual (AMF Module is standard)
Genset dimensions (LXBXH)	2800x1050x1500	2800x1050x1500
Fuel Tank Capacity (Litres)	120	120
Genset Weight (kg)	1400	1450

Gambar 36. Spesifikasi genset alternatif kedua[28]

Tabel 4. Perhitungan pompa alternatif pertama

Parameter	Nilai	
Luas Sawah	56300	m ²
Kedalaman Genangan	0.15	m
Volume Air Dibutuhkan	8445	m ³
Kapasitas Pompa	151.8	m ³ /jam
Waktu Pengisian	28	jam
Biaya Operasional per Jam	Rp 48,280.00	-
Total Biaya Operasional	Rp 1,351,840.00	-

Tabel 5. Perhitungan pompa alternatif kedua

Parameter	Nilai	
Luas Sawah	56300	m ²
Kedalaman Genangan	0.15	m
Volume Air Dibutuhkan	8445	m ³
Kapasitas Pompa	229.86	m ³ /jam
Waktu Pengisian	37	jam
Biaya Operasional per Jam	Rp 54,400.00	-
Total Biaya Operasional	Rp 1,998,642.65	-

Tabel 6. Biaya operasional alternatif pertama

Komponen	Harga	Liter	Jam	Biaya (Rp/jam)
Solar	Rp 6,800.00	7.1	-	Rp 48,280.00
Oli mesin	Rp 60,000.00	6	200	Rp 1,800.00
Perawatan berkala	Rp 500,000.00	-	500	Rp 1,000.00
Penyusutan alat	Rp 31,500,000.00	-	8760	Rp 3,595.89
Biaya operasional	Rp 1,335,810.28	196	44.7	Rp 48,280.00
Total biaya operasional per jam	-	-	-	Rp 102,955.89

Tabel 7. Biaya investasi alternatif pertama

Komponen	Nilai
Pompa ebara FSHA model 150 x 125 tipe 4JA522	Rp 31,500,000.00
Genset diesel emerald ultra silent 25 kVA	Rp 56,500,000.00
Total Investasi Alat	Rp 88,000,000.00

Tabel 8. Biaya investasi alternatif kedua

Komponen	Nilai
Pompa ebara FSJA model 200 x 150 tipe 4KA545	Rp 32,189,889.00
Genset Diesel Emerald Ultra Silent 50 kVA	Rp 75,000,000.00
Total Investasi Alat	Rp 107,189,889.00

Total Kebutuhan base demand	2530	LPM
flow dipompa	151.8	m ³ /h
	2530	lpm
Daya pompa	20	hp
	14914	Watt
Biaya listrik	1.445	Rp/kWh
Waktu	1	jam
Konsumsi listrik	14.914	kWh
1 hp	0.7	KVA
1 kva	0.8	kw
Daya genset	25	KVA
kebutuhan	15	KVA
	11.9	kw
Konsumsi	0.2	liter/kw
waktu	1	h
Konsumsi total	7.1	l/h
solar	Rp 6,800.00	perliter
Total	Rp 48,280.00	perjam
	Rp 1,335,810.277	
Bahan bakar	196	l/h
volume	4200	m ³
Debit	152	m ³ /h
	28	h

Gambar 37. Perhitungan biaya oprasional alternatif pertama

Biaya operasional per jam sebesar Rp48,280.00, terdiri dari solar, oli, perawatan, dan penyusutan alat. Total biaya operasional untuk satu siklus irigasi mencapai Rp1,335,810.277. Investasi alat terdiri dari pompa dan genset senilai total Rp 88,000,000.00.

Total Kebutuhan base demand	3831	LPM
flow dipompa	229.86	m ³ /h
	3831	lpm
Daya pompa	40	hp
	29828	Watt
Biaya listrik	1.445	Rp/kWh
Waktu	1	jam
Konsumsi listrik	29.828	kWh
1 hp	0.7	KVA
1 kva	0.8	kw
Daya genset	50	KVA
kebutuhan	29.8	KVA
	23.9	kw
Konsumsi	0.2	liter/kw
waktu	1	h
Konsumsi total	8.0	l/h
solar	Rp 6,800.00	perliter
Total	Rp 54,400.00	perjam
	Rp 1,998,642.65	
Bahan bakar	294	l/h
volume	8445	m ³
Debit	230	m ³ /h
	37	h

Gambar 38. Perhitungan biaya pompa alternatif kedua

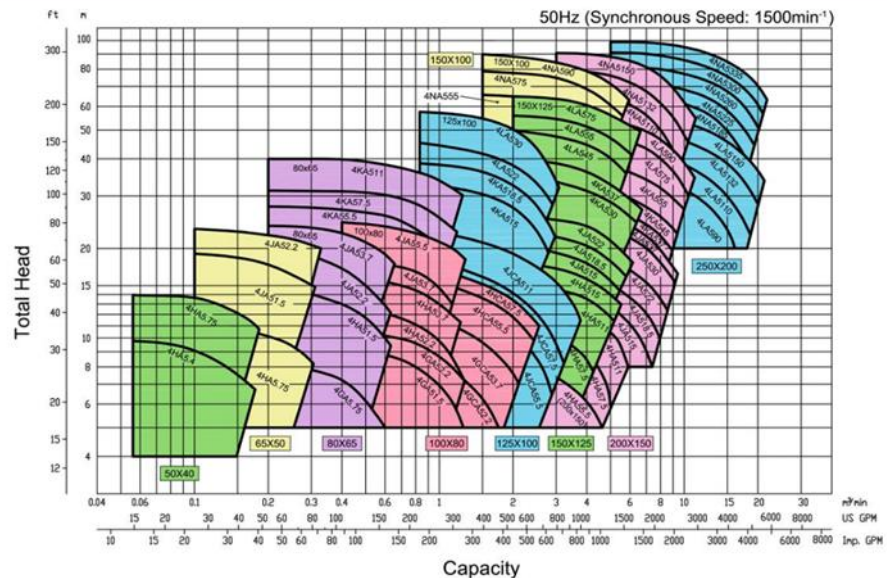
Total biaya operasional untuk satu siklus pengisian mencapai Rp1,998,642.65. Adapun investasi awal terdiri dari pompa ebara senilai Rp32,189,889.00 dan genset Perkins sebesar Rp75,000,000.00. sehingga total investasi alat sebesar Rp107,189,889.00

D. Perhitungan sistem perpipaan dan karakteristik pompa

Langkah awal dalam merancang kapasitas pompa untuk kebutuhan irigasi adalah menentukan besarnya head dan debit aliran yang diperlukan. Pada kasus ini, kebutuhan air untuk lahan persawahan seluas 5,63 hektar diperkirakan sebesar 21 m³/h. Data tersebut menjadi dasar dalam penentuan spesifikasi pompa agar sistem irigasi dapat berjalan secara efisien dan sesuai dengan kebutuhan lapangan.

Pompa yang digunakan adalah pompa ebara MODEL FSHA model 150 x 125 tipe 4JA522 untuk alternatif pertama dan pompa ebara MODEL FSJA model 200 x 150 tipe 4KA545 untuk alternatif kedua.

PERFORMANCE CHART

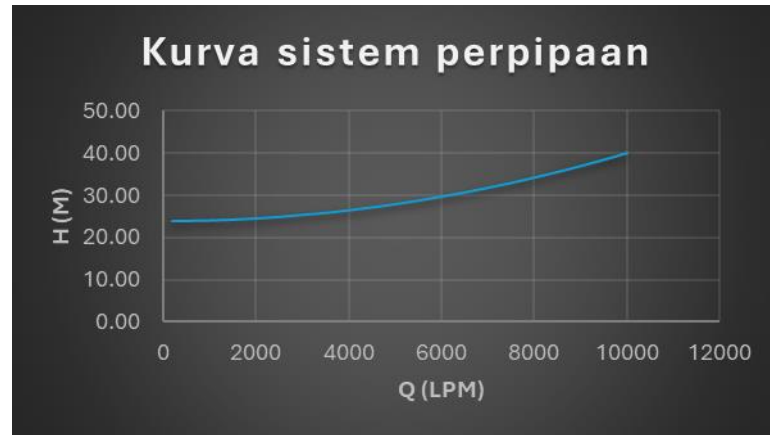


Gambar 39. Kurva karakteristik pompa alternatif pertama

Langkah selanjutnya adalah menghitung head dan flow untuk mendapat data titik operasi pompa yang digunakan. Terlihat pada table dan grafik di bawah ini.

Tabel 9. Sistem perpipaan alternatif pertama

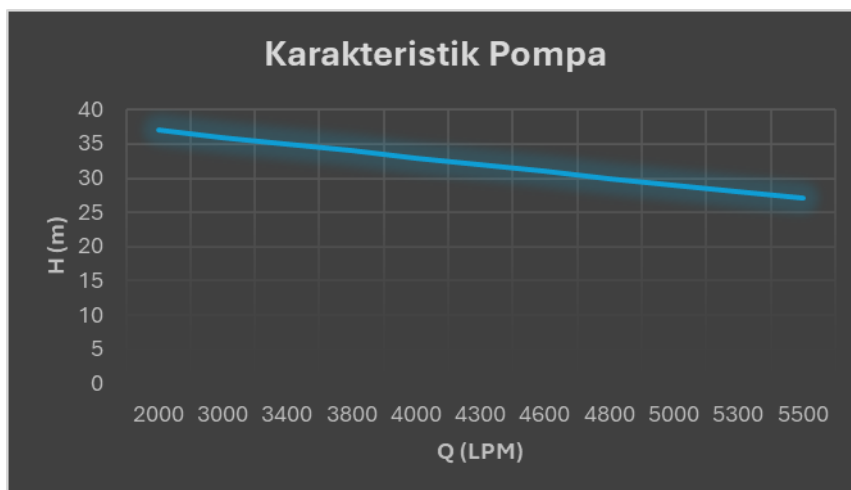
Table Sistem Perpipaan							
Q (L/min)	Q (m ³ /s)	V	Re	f	f*	hf	hp
0	0	0	0	0	0	0	0
200	0.003	0.18	35708	0.0231	0.0153	0.02	24.02
1000	0.017	0.89	178539	0.0177	0.0150	0.60	24.60
1500	0.025	1.34	267809	0.0170	0.0150	1.34	25.34
2000	0.033	1.79	357079	0.0165	0.0150	2.37	26.37
2500	0.042	2.24	446349	0.0163	0.0150	3.71	27.71
2530	0.042	2.26	451758	0.0163	0.0149	3.80	27.80
3500	0.058	3.13	624888	0.0159	0.0149	7.26	31.26
4000	0.067	3.58	714158	0.0158	0.0149	9.49	33.49
4500	0.075	4.02	803427	0.0157	0.0149	12.00	36.00
5000	0.083	4.47	892697	0.0157	0.0149	14.82	38.82
5500	0.092	4.92	981967	0.0156	0.0149	17.93	41.93
6000	0.100	5.37	1071237	0.0155	0.0149	21.33	45.33
6500	0.108	5.81	1160506	0.0155	0.0149	25.04	49.04
7000	0.117	6.26	1249776	0.0155	0.0149	29.03	53.03
7500	0.125	6.71	1339046	0.0154	0.0149	33.33	57.33
8000	0.133	7.15	1428316	0.0154	0.0149	37.92	61.92
8500	0.142	7.60	1517585	0.0154	0.0149	42.80	66.80
9000	0.150	8.05	1606855	0.0154	0.0149	47.99	71.99
9500	0.158	8.49	1696125	0.0153	0.0149	53.47	77.47
10000	0.167	8.94	1785394	0.0153	0.0149	59.24	83.24



Gambar 40. Kurva sistem perpipaan alternatif pertama

Tabel 10. Karakteristik pompa alternatif pertama

Karakteristik Pompa	
H (m)	Q (LPM)
37	2000
36	3000
35	3400
34	3800
33	4000
32	4300
31	4600
30	4800
29	5000
28	5300
27	5500
26	5600
25	5800
24	5900
23	6000

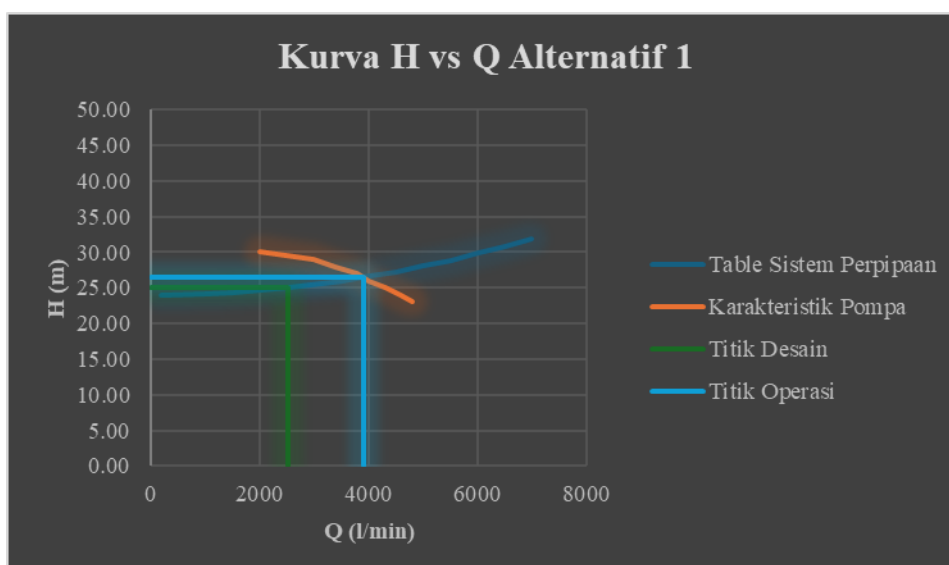


Gambar 41. Kurva karakteristik pompa alternatif pertama

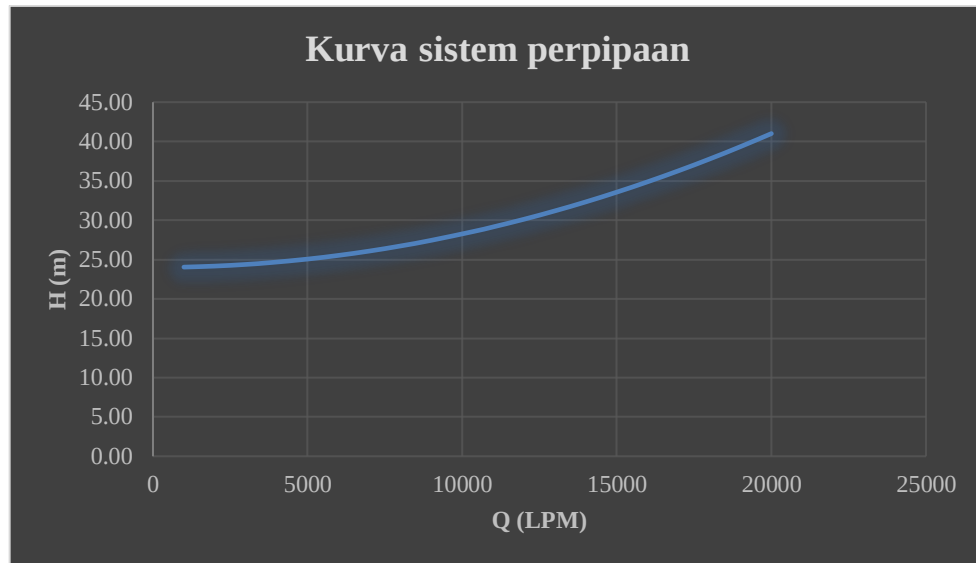
Tabel 11. Titik desain alternatif pertama

Titik Desain	
H (m)	Q (LPM)
25.04	0
25.04	2530
0	2530

Setelah melihat data di atas, bisa memperkirakan titik operasi aktual pompa sesuai dengan perpotongan antara garis kurva sistem perpipaan dengan kurva karakteristik pompa. Tabel titik operasi aktual pompa adalah sebagai berikut.



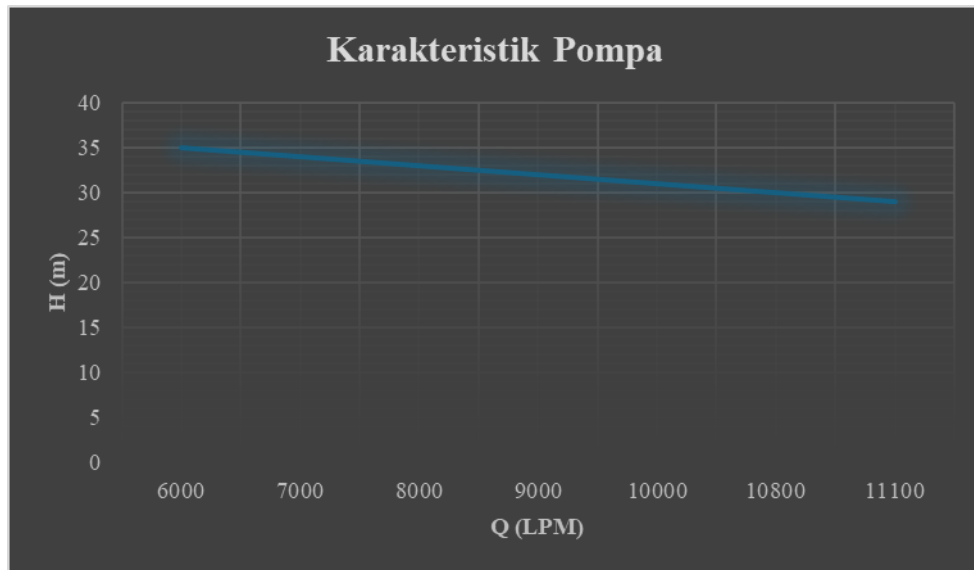
Gambar 42. Kurva head vs debit alternatif pertama



Gambar 44. Kurva sistem perpipaan alternatif kedua

Tabel 13. Karakteristik pompa alternatif kedua

Karakteristik Pompa	
H (m)	Q (LPM)
35	6000
34	7000
33	8000
32	9000
31	10000
30	10800
29	11100
28	11500
27	11800
26	12100
25	12500



Gambar 45. Karakteristik pompa alternatif kedua

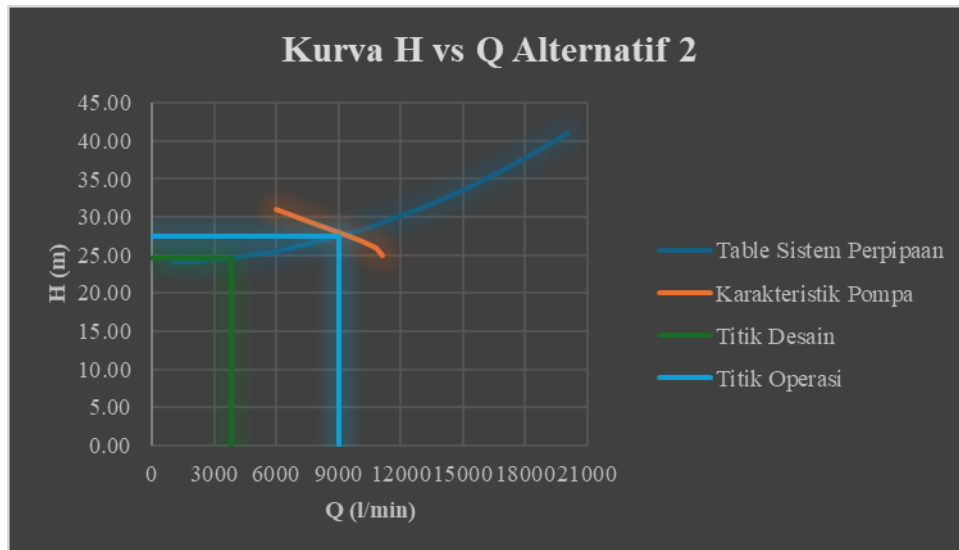
Tabel 14. Titik desain alternatif kedua

Titik Desain	
H (m)	Q (LPM)
24.63	0
24.63	3831
0	3831

Setelah melihat data di atas, bisa memperkirakan titik operasi aktual pompa sesuai dengan perpotongan antara garis kurva sistem perpipaan dengan kurva karakteristik pompa. Tabel titik operasi aktual pompa adalah sebagai berikut.

Tabel 15. Titik oprasi alternatif kedua

Titik Operasi	
H (m)	Q (LPM)
27.5	0
27.5	9000
0	9000



Gambar 46. Kurva head vs debit alternatif kedua

E. Membandingkan dengan penelitian sebelumnya

Pada penelitian ini yang dilakukan Tubagus Dirham Pramudya pada tahun 2025 dengan judul “perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 8 seluas 5,63 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon”. Pada penelitian ini sistem pengairan persawahan dengan perbedaan elevasi 1.94 m. Dimana sumber air yang lebih rendah dibanding area yang dialiri seluas 5.63 hektar.

Selain luas dan perbandingan elevasi, terdapat perbedaan hasil tekanan dan kecepatan aliran air. Dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 16. Perbandingan hasil dengan penelitian terdahulu

Perbandingan											
Penelitian terdahulu						Penelitian yang dilakukan					
Elevasi (m)	Luas area (ha)	Debit (M ³ /s)	Kebutuhan air (lpm)	Tekanan maks (m)	Range kecepatan aliran (m/s)	Elevasi (m)	Luas area (ha)	Debit (M ³ /s)	Kebutuhan air (lpm)	Tekanan maks (m)	Range kecepatan aliran (m/s)
154	4931	0.01	594	161.18	0.3-2	23	5.63	0.018	337.8	33.58	1.70-2.60

7. Menyusun rancangan anggaran biaya

Penyusunan anggaran biaya merupakan salah satu komponen penting dalam perencanaan pembangunan, karena berfungsi untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kebutuhan dana yang diperlukan, baik untuk kegiatan pelaksanaan pekerjaan maupun untuk pengadaan material. Dalam konteks perancangan ini, anggaran biaya disusun secara sistematis agar dapat mengestimasi total pembiayaan secara akurat dan transparan. Dengan demikian, proses pembangunan dapat direncanakan dan dieksekusi secara efisien serta sesuai dengan kapasitas anggaran yang tersedia. Untuk memperoleh hasil analisis yang

lebih komprehensif, rancangan anggaran biaya disajikan dalam dua alternatif, yang masing-masing mempertimbangkan pendekatan teknis dan ekonomis yang berbeda. Perbandingan antar alternatif ini diharapkan dapat memberikan dasar pertimbangan dalam pemilihan opsi yang paling layak dan efektif untuk diterapkan di lapangan. Berikut adalah rancangan anggaran biaya alternatif pertama dan kedua:

Tabel 17. Rancangan anggaran biaya alternatif pertama

Rancangan Anggaran Biaya Blok 8 Alternatif 1								
No	Nama Barang	Nominal Diameter		Jumlah			Harga Satuan	Harga Total
		(Inch)	(mm)	(Batang)	(Buah)	(Kg)		
1	Pipa Pralon PVC	3/8"	13	3	-	-	Rp 14,450.00	Rp 67,475,550.00
		1/2"	16	7	-	-	Rp 23,250.00	
		3/4"	20	5	-	-	Rp 31,650.00	
		1"	25	2	-	-	Rp 43,250.00	
		1 1/4"	30	7	-	-	Rp 64,900.00	
		1 1/2"	40	21	-	-	Rp 74,500.00	
		2"	50	6	-	-	Rp 95,200.00	
		2 1/2"	65	29	-	-	Rp 138,800.00	
2	Sambungan Pipa Y	3"	75	78	-	-	Rp 195,500.00	Rp 48,300.00
		3/8"	13	-	1	-	Rp 9,200.00	
		3/4"	20	-	1	-	Rp 14,100.00	
3	Sambungan Pipa L	1 1/2"	40	-	1	-	Rp 25,000.00	Rp 17,900.00
		1 1/4"	30	-	1	-	Rp 7,500.00	
4	Sambungan Pipa T	2 1/2"	65	-	1	-	Rp 10,400.00	Rp 23,800.00
5	Sambungan Pipa X	3"	75	-	1	-	Rp 23,800.00	Rp 9,700.00
6	Sambungan Pipa X	2"	50	-	1	-	Rp 9,700.00	Rp 9,700.00
6	Lem PVCPLASS	-	-	-	-	2.01	Rp 16,095.00	Rp 650,716.33
7	Pompa ebara FSHA model 150 x 125 tipe 4JA522	-	-	-	1	-	Rp 31,500,000.00	Rp 31,500,000.00
8	Ball Valve	3/8"	13	-	3	-	Rp 310,331.40	Rp 48,100,994.20
		1"	25	-	9	-	Rp 3,937,000.00	
		1 1/4"	30	-	1	-	Rp 3,937,000.00	
		1 1/2"	40	-	5	-	Rp 1,000,000.00	
		2"	50	-	2	-	Rp 1,400,000.00	
9	Genset Emerald Ultrasilent 25 kVA	-	-	-	1	-	Rp 56,500,000.00	Rp 56,500,000.00
10	Sumur Bor	-	-	-	-	-	Rp 12,789,200.00	Rp 12,789,200.00
Jumlah Total								Rp 217,116,160.53

Tabel di bawah ini menyajikan rancangan anggaran biaya untuk alternatif kedua, yang telah disesuaikan dengan penambahan komponen biaya tandon air. Penambahan biaya ini mempertimbangkan kebutuhan penyimpanan air sebagai bagian dari sistem distribusi, guna menjamin ketersediaan pasokan air secara berkelanjutan. Rincian dalam tabel mencakup seluruh komponen biaya yang relevan, baik dari sisi material, instalasi, maupun elemen pendukung lainnya, yang diperlukan untuk implementasi alternatif perencanaan tersebut.

Tabel 18. Rancangan anggaran biaya alternatif kedua

Rancangan Anggaran Biaya Blok 8 Alternatif 2								
No	Nama Barang	Nominal Diameter		Jumlah			Harga Satuan	Harga Total
		(Inch)	(mm)	(Batang)	(Buah)	(Kg)		
1	Pipa Pralon PVC	3/8"	13	3	-	-	Rp 14,450.00	Rp 67,475,550.00
		1/2"	16	7	-	-	Rp 23,250.00	
		3/4"	20	5	-	-	Rp 31,650.00	
		1"	25	2	-	-	Rp 43,250.00	
		1 1/4"	30	7	-	-	Rp 64,900.00	
		1 1/2"	40	21	-	-	Rp 74,500.00	
		2"	50	6	-	-	Rp 95,200.00	
		2 1/2"	65	29	-	-	Rp 138,800.00	
2	Sambungan Pipa Y	3"	75	78	-	-	Rp 195,500.00	Rp 48,300.00
		3/8"	13	-	1	-	Rp 9,200.00	
		3/4"	20	-	1	-	Rp 14,100.00	
3	Sambungan Pipa L	1 1/2"	40	-	1	-	Rp 25,000.00	Rp 17,900.00
		1 1/4"	30	-	1	-	Rp 7,500.00	
4	Sambungan Pipa T	2 1/2"	65	-	1	-	Rp 10,400.00	Rp 23,800.00
5	Sambungan Pipa X	3"	75	-	1	-	Rp 23,800.00	Rp 9,700.00
6	Lem PVCPLASS	2"	50	-	1	-	Rp 9,700.00	Rp 650,716.33
7	Pompa ebara FSJA model 200 x 150 tipe 4KA545	-	-	-	2.01	-	Rp 16,095.00	Rp 32,189,889.00
8	Ball Valve	-	-	-	1	-	Rp 32,189,889.00	Rp 48,100,994.20
		3/8"	13	-	3	-	Rp 310,331.40	
		1"	25	-	9	-	Rp 3,937,000.00	
		1 1/4"	30	-	1	-	Rp 3,937,000.00	
		1 1/2"	40	-	5	-	Rp 1,000,000.00	
9	Genset Emerald Ultrasilent 50 kVA	2"	50	-	2	-	Rp 1,400,000.00	Rp 75,000,000.00
10	Tandon	-	-	-	1	-	Rp 75,000,000.00	Rp 8,260,000.00
11	Sumur Bor	-	-	-	1	-	Rp 8,260,000.00	Rp 12,789,200.00
Jumlah Total								Rp 244,566,049.53

8. Hasil penelitian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan software EPANET 2.2 dan membuat 2 alternatif rancangan menghasilkan tekanan dan kecepatan aliran yang berbeda sehingga agar lebih memudahkan dalam membaca, dan hasilnya dibuatkan tabel.

Tabel 19. Data hasil elevasi, base demand, head dan pressure alternatif pertama

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPM)	Head (m)	Pressure (m)
Junc 11	24	163.86	54.4	30.4
Junc 12	24	89.21	54.34	30.34
Junc 14	23	89.62	52.41	29.41
Junc 15	23	125.28	51.82	28.82
Junc 18	23	0	51.92	28.92
Junc 23	24	0	55.25	31.25
Junc 24	24	0	57.36	33.36
Junc 25	24	0	55.87	31.87
Junc 27	23	0	54.46	31.46
Junc 28	23	0	52.6	29.6
Junc 29	23	105.12	47.71	24.71
Junc 30	23	109.26	46.55	23.55
Junc 31	23	86.53	47.8	24.8
Junc 32	23	0	48.83	25.83
Junc 33	23	0	49.65	26.65
Junc 34	24	0	54.8	30.8
Junc 35	23	40.1	51.73	28.73
Junc 36	22	0	53.22	31.22
Junc 37	21	0	50.95	29.95
Junc 38	21	44.1	48.44	27.44
Junc 39	21	0	50.9	29.9
Junc 40	21	77.5	49.52	28.52
Junc 41	20	122.2	50.04	30.04
Junc 44	21	0	48.44	27.44
Junc 45	21	0	45.1	24.1
Junc 46	20	69.57	43.39	23.39
Junc 47	21	0	43.38	22.38
Junc 48	20	77.49	42.18	22.18
Junc 49	20	0	44.62	24.62
Junc 50	20	99.5	43.19	23.19
Junc 51	21	120.3	47.75	26.75
Junc 52	21	0	42.83	21.83
Junc 53	20	86.3	41.24	21.24
Junc 54	15	0	30.07	15.07
Junc 55	15	62.1	28.73	13.73
Junc 57	15	139.97	42.51	27.51
Junc 1	23	0	48.97	25.97
Junc 10	16	127	51.93	35.93
Junc 13	24	0	54.53	30.53
Junc 16	24	0	52.24	28.24
Junc 19	19	87.93	51.29	32.29
Junc 20	20	88.92	51.3	31.3
Junc 21	20	112.93	50.62	30.62

Tabel 20. Data hidraulik alternatif pertama

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow (LPM)	Velocity (m/s)	Unit Headloss	Friction Factor
Pipe 17	21.43	50	140	253.07	2.15	98.26	0.021
Pipe 18	6.52	40	140	163.86	2.17	130.27	0.022
Pipe 19	5.35	30	140	89.21	2.1	171.55	0.023
Pipe 20	37.63	125	140	1721.51	2.34	39.46	0.018
Pipe 23	29.65	65	140	341.9	1.72	47.79	0.021
Pipe 24	11.81	30	140	89.62	2.11	173.01	0.023
Pipe 25	19.06	50	140	252.28	2.14	97.7	0.021
Pipe 26	9.84	40	140	125.28	1.66	79.24	0.023
Pipe 27	41.11	125	140	1379.61	1.87	26.19	0.018
Pipe 28	37.99	50	140	300.91	2.55	135.41	0.02
Pipe 29	4.53	40	140	195.79	2.60	181.15	0.021
Pipe 30	8.38	30	140	105.12	2.48	232.48	0.022
Pipe 31	9.15	30	140	109.26	2.58	249.72	0.022
Pipe 32	6.35	30	140	86.53	2.04	162.13	0.023
Pipe 33	10.92	20	140	40.1	2.13	281.18	0.024
Pipe 34	34.35	100	140	1038.6	2.2	45.89	0.019
Pipe 35	25.4	75	140	699.33	2.64	89.58	0.019
Pipe 36	7.48	20	140	44.1	2.34	335.32	0.024
Pipe 37	49.21	65	140	339.27	1.7	47.11	0.021
Pipe 38	10.43	30	140	77.5	1.83	132.19	0.023
Pipe 39	11.42	40	140	122.2	1.62	75.67	0.023
Pipe 42	31.52	75	140	655.23	2.47	79.4	0.019
Pipe 43	40.39	50	140	247.9	2.1	94.58	0.021
Pipe 44	6.83	30	140	99.5	2.35	209.98	0.022
Pipe 45	9.45	40	140	120.3	1.6	73.5	0.023
Pipe 46	26.96	50	140	287.03	2.44	124.07	0.021
Pipe 47	6.51	25	140	69.57	2.36	263.07	0.023
Pipe 48	23.22	50	140	217.46	1.85	74.2	0.021
Pipe 49	9.05	30	140	77.49	1.83	132.16	0.023
Pipe 50	8.86	40	140	139.97	1.86	97.3	0.022
Pipe 51	16.54	40	140	148.4	1.97	108.43	0.022
Pipe 52	9.86	30	140	86.3	2.03	161.33	0.023
Pipe 53	59.87	25	140	62.1	2.11	213.16	0.024
Pipe 54	6.3	25	140	62.1	2.11	213.16	0.024
Pipe 1	22.26	40	140	165.37	2.19	132.5	0.022
Pipe 13	8.24	40	140	127	1.68	81.26	0.022
Pipe 14	46.37	65	140	390.35	1.96	61.09	0.02
Pipe 15	37.47	65	140	390.35	1.96	61.09	0.02
Pipe 21	6.1	30	140	112.93	2.66	265.47	0.022
Pipe 22	5.52	30	140	88.92	2.1	170.52	0.023
Pipe 55	5.67	30	140	87.93	2.07	167.02	0.023
Pipe 56	6.68	30	140	100.57	2.37	214.19	0.022
Pipe 58	8.46	25	140	75.52	2.56	306.25	0.023
Pipe 2	6.64	40	140	139.57	1.85	96.78	0.022
Pipe 3	41.05	40	140	165.37	2.19	132.5	0.022
Pipe 4	5.2	30	140	89.85	2.12	173.83	0.023
Pipe 6	6.71	150	140	2530.3	2.39	33.13	0.017

Pada alternatif pertama tekanan yang dihasilkan pada perancangan alternatif pertama berkisar 13.95-33.58 m dan rata-rata kisaran 27.56 m. kecepatan yang dihasilkan berkisar diantara 1.66-2.66 m/s. hasil ini sudah cukup memenuhi syarat dan kriteria yang sebelumnya telah di tentukan.

Tabel 21. Data hasil elevasi, base demand, head dan pressure alternatif kedua

Node ID	Elevation (m)	Base Demand	Head (m)	Pressure (m)
Junc 11	24	163.86	40.97	16.97
Junc 12	24	89.21	40.9	16.9
Junc 14	23	89.62	39.07	16.07
Junc 15	23	125.28	38.47	15.47
Junc 18	23	0	38.49	15.49
Junc 23	24	0	41.82	17.82
Junc 25	24	0	42.53	18.53
Junc 27	23	0	41.12	18.12
Junc 28	23	0	39.25	16.25
Junc 29	23	105.12	34.36	11.36
Junc 30	23	109.26	33.21	10.21
Junc 31	23	86.53	34.46	11.46
Junc 32	23	0	35.49	12.49
Junc 33	23	0	36.31	13.31
Junc 34	24	0	41.46	17.46
Junc 35	23	40.1	38.39	15.39
Junc 36	22	0	39.88	17.88
Junc 37	21	0	37.6	16.6
Junc 38	21	44.1	35.1	14.1
Junc 39	21	0	37.56	16.56
Junc 40	21	77.5	36.18	15.18
Junc 41	20	122.2	36.7	16.7
Junc 44	21	0	35.1	14.1
Junc 45	21	0	31.76	10.76
Junc 46	20	69.57	30.04	10.04
Junc 47	21	0	30.03	9.03
Junc 48	20	77.49	28.84	8.84
Junc 49	20	0	31.28	11.28
Junc 50	20	99.5	29.85	9.85
Junc 51	21	120.3	34.41	13.41
Junc 52	21	0	29.49	8.49
Junc 53	20	86.3	27.9	7.9
Junc 54	10	0	16.73	6.73
Junc 55	10	62.1	15.38	5.38
Junc 57	15	139.97	29.17	14.17
Junc 1	23	0	35.55	12.55
Junc 10	16	127	38.58	22.58
Junc 13	24	0	40.29	16.29
Junc 16	24	0	38	14
Junc 19	19	87.93	37.05	18.05
Junc 20	20	88.92	37.06	17.06
Junc 21	20	112.93	36.38	16.38
Junc 22	20	100.57	36.57	16.57
Junc 26	23	89.85	34.82	11.82
Junc 58	23	75.52	32.95	9.95
Junc 2	20	139.57	36.92	16.92
Junc 4	24	0	62.46	38.46

Tabel 22. Data hidraulik alternatif kedua

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow (LPM)	Velocity (m/s)	Unit Headloss	Friction Factor
Pipe 18	6.52	40	140	163.86	2.17	130.27	0.022
Pipe 19	5.35	30	140	89.21	2.1	171.55	0.023
Pipe 23	29.65	65	140	341.9	1.72	47.79	0.021
Pipe 24	11.81	30	140	89.62	2.11	173.01	0.023
Pipe 25	19.06	50	140	252.28	2.14	97.7	0.021
Pipe 26	9.84	40	140	125.28	1.66	79.24	0.023
Pipe 27	41.11	125	140	1379.61	1.87	26.19	0.018
Pipe 28	37.99	50	140	300.91	2.55	135.41	0.02
Pipe 29	4.53	40	140	195.79	2.6	181.15	0.021
Pipe 30	8.38	30	140	105.12	2.48	232.48	0.022
Pipe 31	9.15	30	140	109.26	2.58	249.72	0.022
Pipe 32	6.35	30	140	86.53	2.04	162.12	0.023
Pipe 33	10.92	20	140	40.1	2.13	281.18	0.024
Pipe 34	34.35	100	140	1038.6	2.2	45.89	0.019
Pipe 35	25.4	75	140	699.33	2.64	89.58	0.019
Pipe 36	7.48	20	140	44.1	2.34	335.32	0.024
Pipe 37	49.21	65	140	339.27	1.7	47.11	0.021
Pipe 38	10.43	30	140	77.5	1.83	132.19	0.023
Pipe 39	11.42	40	140	122.2	1.62	75.67	0.023
Pipe 42	31.52	75	140	655.23	2.47	79.4	0.019
Pipe 43	40.39	50	140	247.9	2.1	94.58	0.021
Pipe 44	6.83	30	140	99.5	2.35	209.98	0.022
Pipe 45	9.45	40	140	120.3	1.6	73.5	0.023
Pipe 46	26.96	50	140	287.03	2.44	124.07	0.021
Pipe 47	6.51	25	140	69.57	2.36	263.07	0.023
Pipe 48	23.22	50	140	217.46	1.85	74.2	0.021
Pipe 49	9.05	30	140	77.49	1.83	132.16	0.023
Pipe 50	8.86	40	140	139.97	1.86	97.3	0.022
Pipe 51	16.54	40	140	148.4	1.97	108.43	0.022
Pipe 52	9.86	30	140	86.3	2.03	161.33	0.023
Pipe 53	59.87	25	140	62.1	2.11	213.16	0.024
Pipe 54	6.3	25	140	62.1	2.11	213.16	0.024
Pipe 1	22.26	40	140	165.37	2.19	132.5	0.022
Pipe 13	8.24	40	140	127	1.68	81.26	0.022
Pipe 15	37.47	65	140	390.35	1.96	61.09	0.02
Pipe 21	6.1	30	140	112.93	2.66	265.47	0.022
Pipe 22	5.52	30	140	88.92	2.1	170.52	0.023
Pipe 55	5.67	30	140	87.93	2.07	167.02	0.023
Pipe 56	6.68	30	140	100.57	2.37	214.19	0.022
Pipe 58	8.46	25	140	75.52	2.56	306.25	0.023
Pipe 2	6.64	40	140	139.57	1.85	96.78	0.022
Pipe 7	41.55	40	140	165.37	2.19	132.5	0.022
Pipe 8	22.16	50	140	253.07	2.15	98.26	0.021
Pipe 9	37.2	125	140	1721.51	2.34	39.46	0.018
Pipe 3	4.16	30	140	89.85	2.12	173.83	0.023
Pipe 4	45.66	65	120	390.35	1.96	81.27	0.027
Pipe 6	6.71	150	140	3802.45	2.03	70.44	0.016

Pada alternatif kedua tekanan yang dihasilkan pada perancangan alternatif kedua berkisar 7.90-22.58 m. kecepatan yang dihasilkan berkisar diantara 1.27-2.58 m/s. Hasil ini sudah cukup memenuhi syarat dan kriteria yang sebelumnya sudah di tentukan.

A. Membandingkan kedua hasil perancangan

Membandingkan kedua hasil perancangan bertujuan untuk melihat perbedaan dari rancangan tersebut. Kriteria pemilihan rancangan meliputi biaya pembangunan dan material apa yang digunakan.

Tabel 23. Perbandingan biaya pembangunan dan material kedua alternatif

Perbandingan Kedua Alternatif													
Alternatif 1							Alternatif 2						
Biaya Investasi Alat		Biaya Operasional					Biaya Investasi Alat		Biaya Operasional				
Komponen	Nilai	Komponen	Harga	Liter	Jam	Biaya (Rp/jam)	Komponen	Nilai	Komponen	Harga	Liter	Jam	Biaya (Rp/jam)
Pompa EBARA FS1A model 150 x 125 tipe 4/A522	Rp 31,500,000.00	Solar	Rp 6,800.00	7.1	-	Rp 48,280.00	Pompa EBARA FS1A model 200x 150 tipe 4KA545	Rp 32,189,889.00	Solar	Rp 6,800.00	8	-	Rp 54,400.00
Genet diesel emerald ultra silent 25 kVA	Rp 56,500,000.00	Oil mesin	Rp 60,000.00	6	200	Rp 1,800.00	Genet diesel emerald ultra silent 50 kVA	Rp 75,000,000.00	Oil mesin	Rp 60,000.00	10	200	Rp 3,000.00
Total Investasi Alat	Rp 88,000,000.00	Perawatan berkala	Rp 500,000.00	-	500	Rp 1,000.00	Total Investasi Alat	Rp 107,189,889.00	Perawatan berkala	Rp 500,000.00	-	200	Rp 2,500.00
-	-	Pencucian alat	Rp 31,500,000.00	-	8760	Rp 3,595.00	-	-	Pencucian alat	Rp 32,189,889.00	-	40000	Rp 3,674.00
-	-	Biaya operasional	Rp 1,335,810.00	196	45	Rp 48,280.00	-	-	Biaya operasional	Rp 324,528.00	325	0	Rp 65,000.00
-	-	Total biaya operasional per jam	-	-	-	Rp 102,955.00	-	-	Total biaya operasional per jam	-	-	-	Rp 128,574.00
Total Biaya Investasi Alat	Rp 88,000,000.00	Total biaya operasional per jam				Rp 102,955.00	Total Biaya Investasi Alat	Rp 107,189,889.00	Total biaya operasional per jam				Rp 128,574.00

Tabel 24. Perbandingan hasil pressure dan velocity kedua alternatif

No	Desain alternatif 1		Desain alternatif 2	
	Pressure (m)	Velocity (m/s)	Pressure (m)	Velocity (m/s)
1	30.4	2.15	16.97	2.17
2	30.34	2.17	16.9	2.1
3	29.41	2.1	16.07	1.72
4	28.82	2.34	15.47	2.11
5	28.92	1.72	15.49	2.14
6	31.25	2.11	17.82	1.66
7	33.36	2.14	18.53	1.87
8	31.87	1.66	18.12	2.55
9	31.46	1.87	16.25	2.6
10	29.6	2.55	11.36	2.48
11	24.71	2.60	10.21	2.58
12	23.55	2.48	11.46	2.04
13	24.8	2.58	12.49	2.13
14	25.83	2.04	13.31	2.2
15	26.65	2.13	17.46	2.64
16	30.8	2.2	15.39	2.34
17	28.73	2.64	17.88	1.7
18	31.22	2.34	16.6	1.83
19	29.95	1.7	14.1	1.62
20	27.44	1.83	16.56	2.47
21	29.9	1.62	15.18	2.1
22	28.52	2.47	16.7	2.35
23	30.04	2.1	14.1	1.6
24	27.44	2.35	10.76	2.44
25	24.1	1.6	10.04	2.36
26	23.39	2.44	9.03	1.85
27	22.38	2.36	8.84	1.83
28	22.18	1.85	11.28	1.86
29	24.62	1.83	9.85	1.97
30	23.19	1.86	13.41	2.03
31	26.75	1.97	8.49	2.11
32	21.83	2.03	7.9	2.11
33	21.24	2.11	6.73	2.19
34	15.07	2.11	5.38	1.68
35	13.73	2.19	14.17	1.96
36	27.51	1.68	12.55	2.66
37	25.97	1.96	22.58	2.1
38	35.93	1.96	16.29	2.07
39	30.53	2.66	14	2.37
40	28.24	2.1	18.05	2.56
41	32.29	2.07	17.06	1.85
42	31.3	2.37	16.38	2.19
43	30.62	2.56	16.57	2.15

Dari perbandingan kedua rancangan, meliputi anggaran biaya, material yang digunakan dan tekanan, serta kecepatan aliran air yang dihasilkan. Maka alternatif pertama lebih murah dari segi anggaran biaya dan tekanan serta kecepatan aliran air yang dihasilkan telah sesuai dengan syarat dan kriteria.

B. Perbandingan EPANET 2.2 dan analitik

Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui hasil kedua alternatif yang di dapat pada software EPANET 2.2 dan di analitik. Tujuan membandingkan hasil ini adalah untuk mengetahui apakah hasilnya sama atau beda. Adapaun rumus-rumus yang digunakan sebagai berikut:

Persamaan $f_{\text{Colebrook}}$:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log^{10} \left(\frac{\frac{e}{D}}{3.7} \right) + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \quad (6)$$

Keterangan:

e = Kekasaran realatif pipa (m)

D = Diameter dalam pipa (m)

Re = Bilangan Reynolds

f = Koefisien gesekan Darcy-Weisbach

Persamaan Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad (7)$$

Keterangan:

Re = Bilangan Reynolds

ρ = Massa jenis air (kg/m³)

v = Kecepatan aliran (m/s)

D = Diameter dalam pipa (m)

μ = Viskositas (pa.s)

Persamaan Hazen-Wiliams:

$$Hf = \frac{10.666 Q^{1.85}}{c^{1.85} D^{4.85}} \iota \quad (9)$$

Keterangan:

Hf = Kehilangan energi akibat gesekan (m)

ι = Panjang pipa (m)

Q = Debit aliran (m³/s)

D = Diameter dalam pipa (m)

C = Koefisien Hazen-Wiliams

Persamaan Darcy-Weisbach:

$$Hf = f \frac{L v^2}{D 2g} \quad (10)$$

Keterangan:

Hf = Kehilangan energi akibat gesekan (m)

f = Koefisien gesekan Darcy-Weisbach

L = Panjang pipa (m)

v = kecepatan aliran (m/s)

D = Diameter (m)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Persamaan energi:

$$\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 + HP = \frac{P_2}{\gamma_2} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + hf \quad (11)$$

Keterangan:

P_1, P_2 = Tekanan (Pa)

γ_1, γ_2 = Berat jenis fluida (N/m³)

z_1, z_2 = Elevasi (m)

v_1, v_2 = Kecepatan aliran (m/s)

HP = Head yang ditambah oleh pompa (m)

Hf = Kehilangan energi akibat gesekan (m)

Rumus Velocity head:

$$Velocity\ Head = \frac{(v_2 \times 2)}{(2 \times g)} \quad (12)$$

Keterangan:

Velocity head = Energi karena kecepatan fluida (m)

v_2 = Kecepatan aliran (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Rumus sederhana persamaan Bernoulli:

$$\frac{P_2}{\gamma} = Total\ head - z_2 - Velocity\ Head \quad (13)$$

Keterangan:

P_2 = Tekanan head (m)

γ = Berat jenis fluida (N/m³)

H_{total} = Head hasil pada EPANET 2.2 (m)

z_2 = Elevasi Junction (m)

Rumus headloss lokal:

$$h_m = K_{total} \times \frac{v^2}{2g} \quad (14)$$

Keterangan:

h_m = Headloss lokal/kehilangan energi karena fitting (m)

K_{total} = Jumlah total koefisien kehilangan lokal dari semua fitting

v = Kecepatan aliran fluida dalam pipa (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Rumus TDH (Total dynamic head):

$$TDH = h_{elevasi} + h_{fitting} + h_{friction} \quad (15)$$

TDH = Total dynamic head (m)

$h_{elevasi}$ = Head karena perbedaan ketinggian antara sumber dan tujuan aliran (m)

$h_{fitting}$ = Headloss karena sambungan/fitting (elbow, tee, valve, dll) (m)

$h_{friction}$ = Headloss karena gesekan di sepanjang pipa dihitung dengan D-W) (m)

Berdasarkan rumus di atas, diperoleh data yang akurat. Selanjutnya, ditampilkan perbandingan antara hasil simulasi menggunakan software EPANET 2.2 dan hasil perhitungan analitik pada alternatif pertama.

Node ID	Elevation m	Base Demand LPM	Head m	Pressure m
Junc 11	24	163.86	54.40	30.40
Junc 12	24	89.21	54.34	30.34
Junc 14	23	89.62	52.41	29.41
Junc 15	23	125.28	51.82	28.82
Junc 18	23	0	51.92	28.92
Junc 23	24	0	55.25	31.25
Junc 24	24	0	57.36	33.36
Junc 25	24	0	55.87	31.87
Junc 27	23	0	54.46	31.46
Junc 28	23	0	52.60	29.60
Junc 29	23	105.12	47.71	24.71
Junc 30	23	109.26	46.55	23.55
Junc 31	23	86.53	47.80	24.80
Junc 32	23	0	48.83	25.83
Junc 33	23	0	49.65	26.65
Junc 34	24	0	54.80	30.80
Junc 35	23	40.1	51.73	28.73
Junc 36	22	0	53.22	31.22
Junc 37	21	0	50.95	29.95
Junc 38	21	44.1	48.44	27.44
Junc 39	21	0	50.90	29.90
Junc 40	21	77.5	49.52	28.52
Junc 41	20	122.2	50.04	30.04
Junc 44	21	0	48.44	27.44
Junc 45	21	0	45.10	24.10
Junc 46	20	69.57	43.39	23.39
Junc 47	21	0	43.38	22.38
Junc 48	20	77.49	42.18	22.18
Junc 49	20	0	44.62	24.62

Gambar 47. Data hasil node ID J11 – J49 alternatif pertama

Junc 50	20	99.5	43.19	23.19
Junc 51	21	120.3	47.75	26.75
Junc 52	21	0	42.83	21.83
Junc 53	20	86.3	41.24	21.24
Junc 54	15	0	30.07	15.07
Junc 55	15	62.1	28.73	13.73
Junc 57	15	139.97	42.51	27.51
Junc 1	23	0	48.97	25.97
Junc 10	16	127	51.93	35.93
Junc 13	24	0	54.53	30.53
Junc 16	24	0	52.24	28.24
Junc 19	19	87.93	51.29	32.29
Junc 20	20	88.92	51.30	31.30
Junc 21	20	112.93	50.62	30.62
Junc 22	20	100.57	50.81	30.81
Junc 26	23	89.85	48.07	25.07
Junc 58	23	75.52	46.38	23.38
Junc 2	20	139.57	50.26	30.26
Junc 3	24	0	57.58	33.58
Resvr 56	24	#N/A	24.00	0.00

Gambar 48. Data hasil node ID J50 – J3 alternatif pertama

Terdapat pada gambar di bawah ini adalah perbandingan perhitungan analitik dan EPANET 2.2. Contohnya pada pipa 17. Data kecepatan yang dihasilkan nya sama 2.15 m/s. sedangkan hasil dari factor gesekan dari analitik 0.021 dan dari EPANET 2.2 0.021.

DIKETAHUI PIPA LURUS			PIPA-17	
Diameter	50 mm			
	0.05 m			
panjang	21.43 m			
material	pvc			
kekasaran	0.046 mm			
koef kekass	140			
DIKETAHUI DEBIT				
debit	253.07 lpm			
	0.004218 m3/s			
DIHITUNG				
masa jenis	998 kg/m3		f kiri	6.858809
viskositas	0.000769 pa.s		f kanan	6.858553
			delta f	0.000256
luas penan	0.001963 m2		faktor gesekan	0.021
kecepatan	2.15 m/s		head loss(DW)	2.14
reynold	139390.7		head loss(HW)	2.02
e/d	0.9	0.00092		

Gambar 49. Hasil perhitungan kecepatan dan faktor gesekan alternatif pertama

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPM	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 17	21.43	50	140	253.07	2.15	98.26	0.021
Pipe 18	6.52	40	140	163.86	2.17	130.27	0.022
Pipe 19	5.35	30	140	89.21	2.10	171.55	0.023
Pipe 20	37.63	125	140	1721.51	2.34	39.46	0.018
Pipe 23	29.65	65	140	341.90	1.72	47.79	0.021
Pipe 24	11.81	30	140	89.62	2.11	173.01	0.023
Pipe 25	19.06	50	140	252.28	2.14	97.70	0.021
Pipe 26	9.84	40	140	125.28	1.66	79.24	0.023
Pipe 27	41.11	125	140	1379.61	1.87	26.19	0.018
Pipe 28	37.99	50	140	300.91	2.55	135.41	0.020
Pipe 29	4.53	40	140	195.79	2.60	181.15	0.021
Pipe 30	8.38	30	140	105.12	2.48	232.48	0.022
Pipe 31	9.15	30	140	109.26	2.58	249.72	0.022
Pipe 32	6.35	30	140	86.53	2.04	162.13	0.023
Pipe 33	10.92	20	140	40.10	2.13	281.18	0.024
Pipe 34	34.35	100	140	1038.60	2.20	45.89	0.019
Pipe 35	25.40	75	140	699.33	2.64	89.58	0.019
Pipe 36	7.48	20	140	44.10	2.34	335.32	0.024
Pipe 37	49.21	65	140	339.27	1.70	47.11	0.021
Pipe 38	10.43	30	140	77.50	1.83	132.19	0.023
Pipe 39	11.42	40	140	122.20	1.62	75.67	0.023
Pipe 42	31.52	75	140	655.23	2.47	79.40	0.019
Pipe 43	40.39	50	140	247.90	2.10	94.58	0.021
Pipe 44	6.83	30	140	99.50	2.35	209.98	0.022
Pipe 45	9.45	40	140	120.30	1.60	73.50	0.023
Pipe 46	26.96	50	140	287.03	2.44	124.07	0.021
Pipe 47	6.51	25	140	69.57	2.36	263.07	0.023
Pipe 48	23.22	50	140	217.46	1.85	74.20	0.021
Pipe 49	9.05	30	140	77.49	1.83	132.16	0.023

Gambar 50. Data hasil link ID P17 – P49 alternatif pertama

Pipe 50	8.86	40	140	139.97	1.86	97.30	0.022
Pipe 51	16.54	40	140	148.40	1.97	108.43	0.022
Pipe 52	9.86	30	140	86.30	2.03	161.33	0.023
Pipe 53	59.87	25	140	62.10	2.11	213.16	0.024
Pipe 54	6.30	25	140	62.10	2.11	213.16	0.024
Pipe 1	22.26	40	140	165.37	2.19	132.50	0.022
Pipe 13	8.24	40	140	127.00	1.68	81.26	0.022
Pipe 14	46.37	65	140	390.35	1.96	61.09	0.020
Pipe 15	37.47	65	140	390.35	1.96	61.09	0.020
Pipe 21	6.10	30	140	112.93	2.66	265.47	0.022
Pipe 22	5.52	30	140	88.92	2.10	170.52	0.023
Pipe 55	5.67	30	140	87.93	2.07	167.02	0.023
Pipe 56	6.68	30	140	100.57	2.37	214.19	0.022
Pipe 58	8.46	25	140	75.52	2.56	306.25	0.023
Pipe 2	6.64	40	140	139.57	1.85	96.78	0.022
Pipe 3	41.05	40	140	165.37	2.19	132.50	0.022
Pipe 4	5.20	30	140	89.85	2.12	173.83	0.023
Pipe 6	6.71	150	140	2530.30	2.39	33.13	0.017
Pump 5	#N/A	#N/A	#N/A	2530.30	0.00	-33.58	0.000

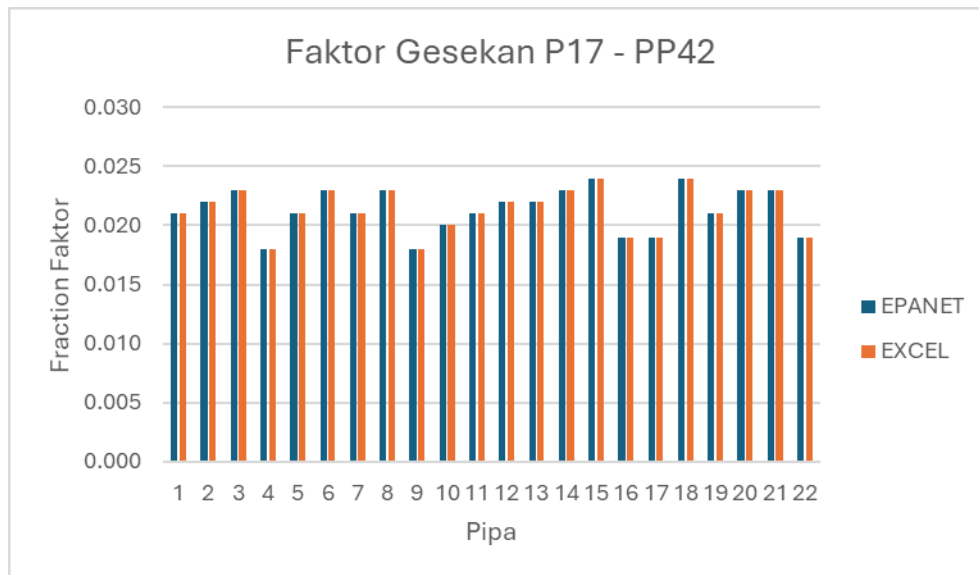
Gambar 51. Data hasil link ID P50 – P6 alternatif pertama

Tabel 25. Perbandingan faktor gesekan,kecepatan dan tekanan alternatif pertama

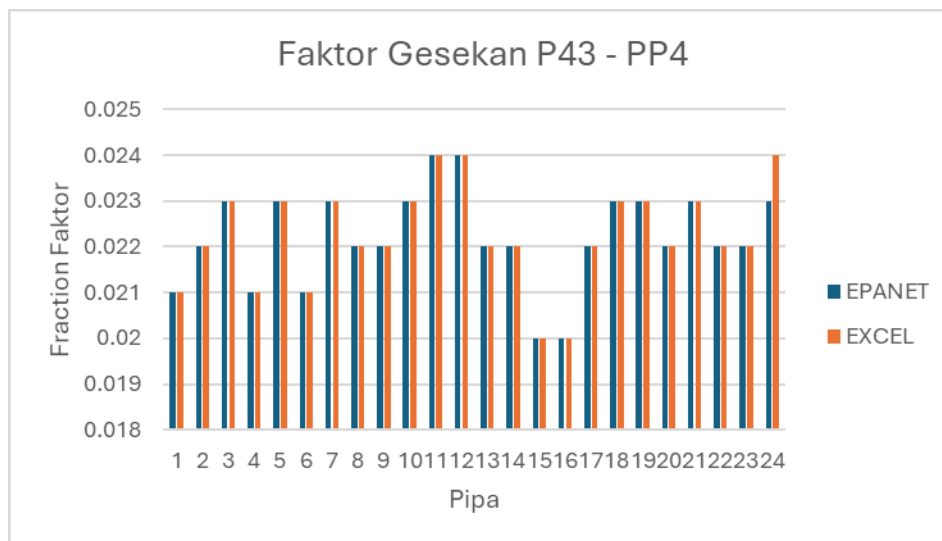
NODE ID	LINK ID	DIAMETER (mm)	PANJANG (m)	FAKTOR GESEKAN		KECEPATAN (m/s)		TEKANAN (m)	
				EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL
Junc 11	Pipe 17	21.43	50	0.021	0.021	2.15	2.15	30.4	30.40
Junc 12	Pipe 18	6.52	40	0.022	0.022	2.17	2.17	30.34	30.12
Junc 14	Pipe 19	5.35	30	0.023	0.023	2.10	2.10	29.41	29.20
Junc 15	Pipe 20	37.63	125	0.018	0.018	2.34	2.34	28.82	28.58
Junc 18	Pipe 23	29.65	65	0.021	0.021	1.72	1.72	28.92	28.74
Junc 23	Pipe 24	11.81	30	0.023	0.023	2.11	2.11	31.25	31.03
Junc 24	Pipe 25	19.06	50	0.021	0.021	2.14	2.14	33.36	33.14
Junc 25	Pipe 26	9.84	40	0.023	0.023	1.66	1.66	31.87	31.70
Junc 27	Pipe 27	41.11	125	0.018	0.018	1.87	1.87	31.46	31.27
Junc 28	Pipe 28	37.99	50	0.020	0.020	2.55	2.55	29.6	29.34
Junc 29	Pipe 29	4.53	40	0.021	0.021	2.60	2.60	24.71	24.44
Junc 30	Pipe 30	8.38	30	0.022	0.022	2.48	2.48	23.55	23.30
Junc 31	Pipe 31	9.15	30	0.022	0.022	2.58	2.58	24.8	24.54
Junc 32	Pipe 32	6.35	30	0.023	0.023	2.04	2.04	25.83	25.62
Junc 33	Pipe 33	10.92	20	0.024	0.024	2.13	2.13	26.65	26.43
Junc 34	Pipe 34	34.35	100	0.019	0.019	2.20	2.20	30.8	30.58
Junc 35	Pipe 35	25.4	75	0.019	0.019	2.64	2.64	28.73	28.46
Junc 36	Pipe 36	7.48	20	0.024	0.024	2.34	2.34	31.22	30.98
Junc 37	Pipe 37	49.21	65	0.021	0.021	1.70	1.70	29.95	29.78
Junc 38	Pipe 38	10.43	30	0.023	0.023	1.83	1.83	27.44	27.25
Junc 39	Pipe 39	11.42	40	0.023	0.023	1.62	1.62	29.9	29.73
Junc 40	Pipe 42	31.52	75	0.019	0.019	2.47	2.47	28.52	28.27
Junc 41	Pipe 43	40.39	50	0.021	0.021	2.10	2.10	30.04	29.83
Junc 44	Pipe 44	6.83	30	0.022	0.022	2.35	2.35	27.44	27.20
Junc 45	Pipe 45	9.45	40	0.023	0.023	1.60	1.60	24.1	23.94
Junc 46	Pipe 46	26.96	50	0.021	0.021	2.44	2.44	23.39	23.14
Junc 47	Pipe 47	6.51	25	0.023	0.023	2.36	2.36	22.38	22.14
Junc 48	Pipe 48	23.22	50	0.021	0.021	1.85	1.85	22.18	21.99
Junc 49	Pipe 49	9.05	30	0.023	0.023	1.83	1.83	24.62	24.43
Junc 50	Pipe 50	8.86	40	0.022	0.022	1.86	1.86	23.19	23.00
Junc 51	Pipe 51	16.54	40	0.022	0.022	1.97	1.97	26.75	26.55
Junc 52	Pipe 52	9.86	30	0.023	0.023	2.03	2.03	21.83	21.62
Junc 53	Pipe 53	59.87	25	0.024	0.024	2.11	2.11	21.24	21.02
Junc 54	Pipe 54	6.3	25	0.024	0.024	2.11	2.11	15.07	14.85
Junc 55	Pipe 1	22.26	40	0.022	0.022	2.19	2.19	13.73	13.51
Junc 57	Pipe 13	8.24	40	0.022	0.022	1.68	1.68	27.51	27.34
Junc 1	Pipe 14	46.37	65	0.020	0.020	1.96	1.96	25.97	25.77
Junc 10	Pipe 15	37.47	65	0.020	0.020	1.96	1.96	35.93	35.73
Junc 13	Pipe 21	6.1	30	0.022	0.022	2.66	2.66	30.53	30.26
Junc 16	Pipe 22	5.52	30	0.023	0.023	2.10	2.10	28.24	28.03
Junc 19	Pipe 55	5.67	30	0.023	0.023	2.07	2.07	32.29	32.08
Junc 20	Pipe 56	6.68	30	0.022	0.022	2.37	2.37	31.3	31.06
Junc 21	Pipe 58	8.46	25	0.023	0.023	2.56	2.56	30.62	30.36
Junc 22	Pipe 2	6.64	40	0.022	0.022	1.85	1.85	30.81	30.62
Junc 26	Pipe 3	41.05	40	0.022	0.022	2.19	2.19	25.07	24.85
Junc 58	Pipe 4	5.2	30	0.023	0.024	2.12	2.12	23.38	23.16
Junc 2	Pipe 6	6.71	150					30.26	30.02
Junc 3									

Jadi pada table di atas dapat dilihat kecepatan yang di dapatkan dari EPANET 2.2 dan di analitik hasilnya sama. Faktor gesekan yang didapat dari EPANET 2.2 dan dianalitik memiliki selisih perbedaanya sedikit yaitu (0.01-0.06) dan selisih tekanan diantara 0.15-

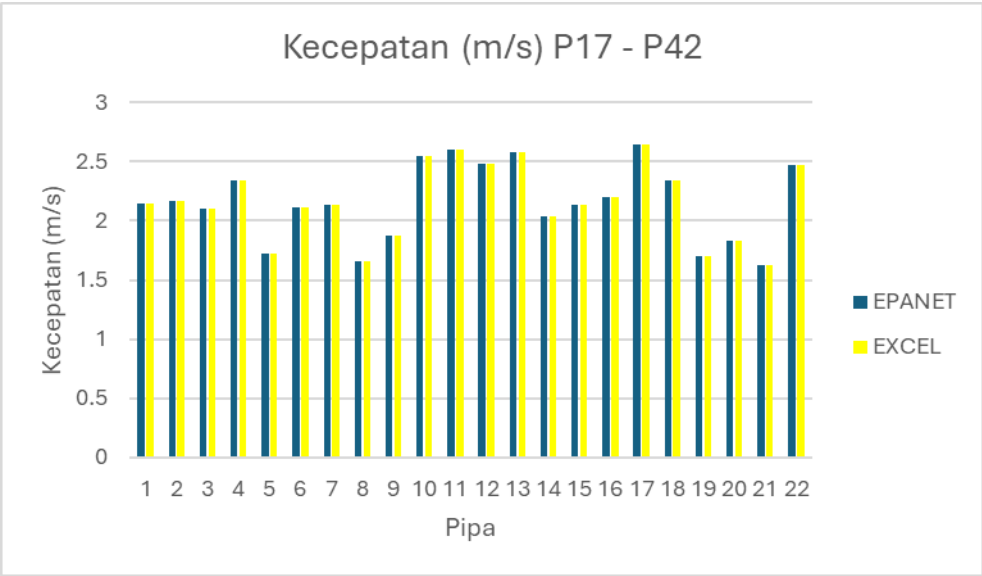
0.30 m, tekanan yang didapat pada EPANET 2.2 lebih tinggi dibandingkan dengan hasil analitik.



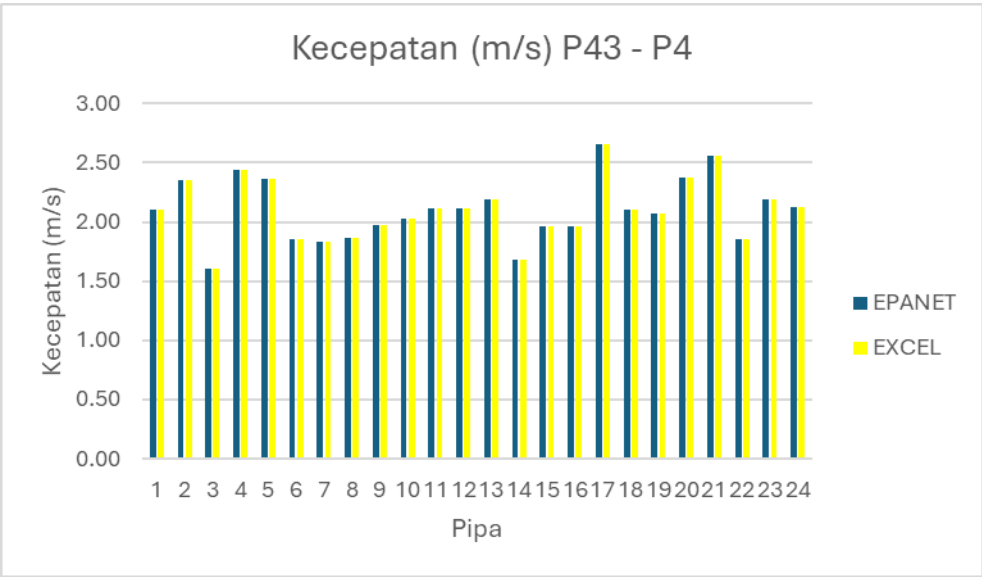
Gambar 52. Perbandingan faktor gesekan dari EPANET 2.2 dan analitik



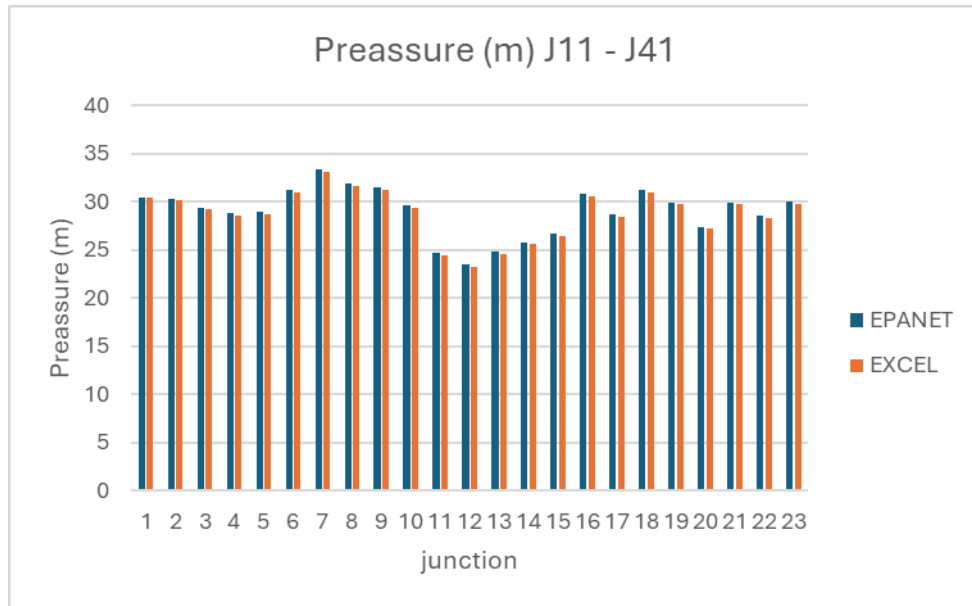
Gambar 53. Perbandingan faktor gesekan dari EPANET 2.2 dan analitik



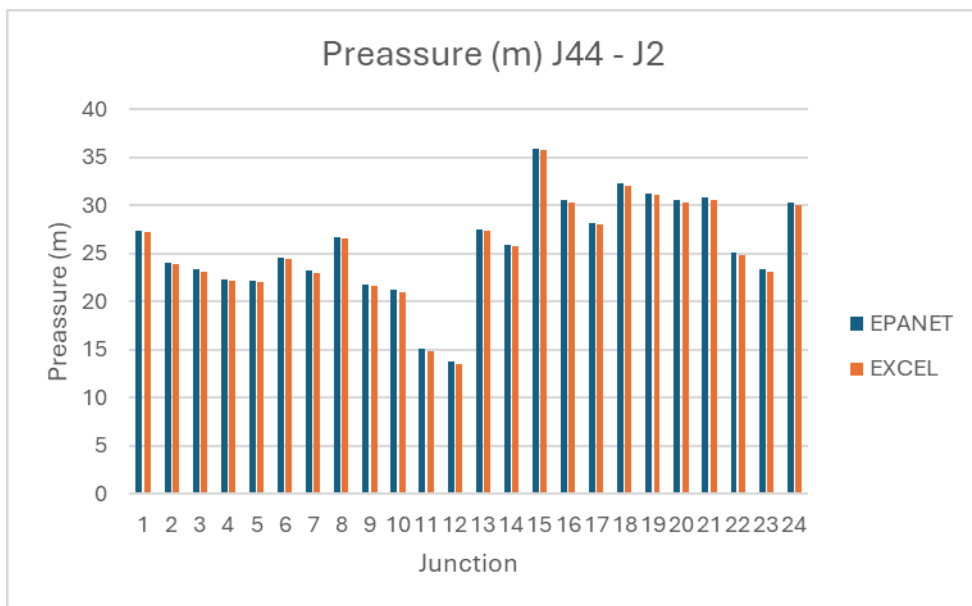
Gambar 54. Perbandingan kecepatan dari EPANET 2.2 dan analitik alternatif pertama



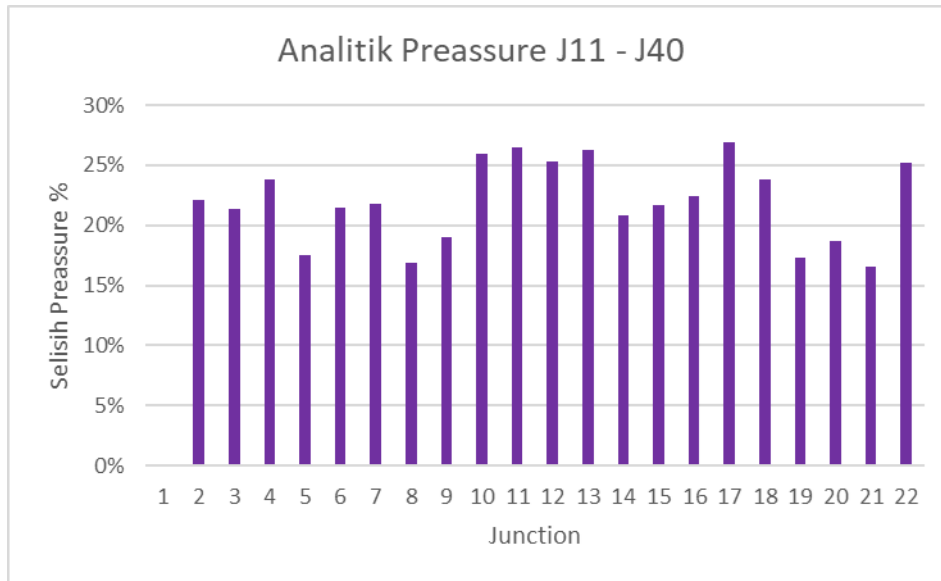
Gambar 55. Perbandingan kecepatan dari EPANET 2.2 dan analitik alternatif pertama



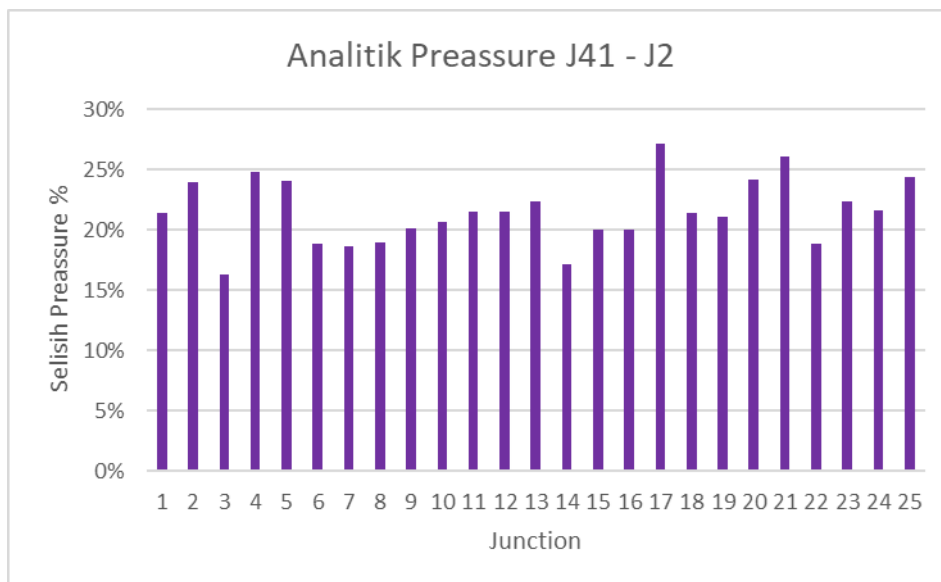
Gambar 56 Perbandingan tekanan dari EPANET 2.2 dan analitik alternatif pertama



Gambar 57. Perbandingan tekanan dari EPANET 2.2 dan analitik alternatif pertama



Gambar 58. Selisih preassure J11 - J40 alternatif pertama



Gambar 59. Selisih preassure J41 - J2 alternatif pertama

Pada alternatif kedua, perbandingan hasil faktor gesekan, kecepatan, dan tekanan diperoleh dari simulasi menggunakan software EPANET 2.2 serta hasil perhitungan analitik. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian antara hasil simulasi perangkat lunak dan perhitungan manual, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai validitas data yang dihasilkan. Dengan adanya perbandingan tersebut, peneliti dapat menilai keakuratan metode yang digunakan serta memastikan bahwa rancangan sistem yang dihasilkan telah memenuhi kriteria teknis dan dapat diimplementasikan dengan baik.

Node ID	Elevation m	Base Demand LPM	Demand LPM	Head m	Pressure m
Junc 11	24	163.86	163.86	40.97	16.97
Junc 12	24	89.21	89.21	40.90	16.90
Junc 14	23	89.62	89.62	39.07	16.07
Junc 15	23	125.28	125.28	38.47	15.47
Junc 18	23	0	0.00	38.49	15.49
Junc 23	24	0	0.00	41.82	17.82
Junc 25	24	0	0.00	42.53	18.53
Junc 27	23	0	0.00	41.12	18.12
Junc 28	23	0	0.00	39.25	16.25
Junc 29	23	105.12	105.12	34.36	11.36
Junc 30	23	109.26	109.26	33.21	10.21
Junc 31	23	86.53	86.53	34.46	11.46
Junc 32	23	0	0.00	35.49	12.49
Junc 33	23	0	0.00	36.31	13.31
Junc 34	24	0	0.00	41.46	17.46
Junc 35	23	40.1	40.10	38.39	15.39
Junc 36	22	0	0.00	39.88	17.88
Junc 37	21	0	0.00	37.60	16.60
Junc 38	21	44.1	44.10	35.10	14.10
Junc 39	21	0	0.00	37.56	16.56
Junc 40	21	77.5	77.50	36.18	15.18
Junc 41	20	122.2	122.20	36.70	16.70
Junc 44	21	0	0.00	35.10	14.10
Junc 45	21	0	0.00	31.76	10.76
Junc 46	20	69.57	69.57	30.04	10.04
Junc 47	21	0	0.00	30.03	9.03
Junc 48	20	77.49	77.49	28.84	8.84
Junc 49	20	0	0.00	31.28	11.28
Junc 50	20	99.5	99.50	29.85	9.85

Gambar 60. Data hasil node ID J11 - J50 alternatif pertama

Junc 51	21	120.3	120.30	34.41	13.41
Junc 52	21	0	0.00	29.49	8.49
Junc 53	20	86.3	86.30	27.90	7.90
Junc 54	10	0	0.00	16.73	6.73
Junc 55	10	62.1	62.10	15.38	5.38
Junc 57	15	139.97	139.97	29.17	14.17
Junc 1	23	0	0.00	35.55	12.55
Junc 10	16	127	127.00	38.58	22.58
Junc 13	24	0	0.00	40.29	16.29
Junc 16	24	0	0.00	38.00	14.00
Junc 19	19	87.93	87.93	37.05	18.05
Junc 20	20	88.92	88.92	37.06	17.06
Junc 21	20	112.93	112.93	36.38	16.38
Junc 22	20	100.57	100.57	36.57	16.57
Junc 26	23	89.85	89.85	34.82	11.82
Junc 58	23	75.52	75.52	32.95	9.95
Junc 2	20	139.57	139.57	36.92	16.92
Junc 4	24	0	0.00	44.12	20.12
Resvr 56	24	#N/A	-3831.00	24.00	0.00
Tank 3	33	#N/A	1300.70	44.00	11.00

Gambar 61. Data hasil node ID J51 - J4 alternatif kedua

Terdapat pada gambar di bawah ini adalah perbandingan perhitungan analitik dan EPANET 2.2. Contohnya pada pipa 18. Data kecepatan yang dihasilkan hasilnya sama 2.17 m/s. sedangkan hasil faktor gesekan dari analitik 0.022 dan dari EPANET 2.2 0.022.

DIKETAHUI PIPA LURUS				
Diameter	40	mm	PIPA-18	
	0.04	m		
panjang	6.52	m		
material	pvc			
kekasaran permukaan	0.046	mm		
koef kekasaran	140			
DIKETAHUI DEBIT				
debit	163.86	lpm		
	0.002731	m3/s		
DIHITUNG				
masa jenis air	998	kg/m3	f kiri	6.675101
viskositas	0.000769	pa.s	f kanan	6.675768
			delta f	-0.000667
luas penampang pipa	0.001257	m2	faktor gesekan	0.022
kecepatan	2.17	m/s	head loss(DW)	0.88
reynold	112817.4		head loss(HW)	0.81
e/d	1.2	0.00115		

Gambar 62. Hasil perhitungan kecepatan dan faktor gesekan alternatif kedua

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPM	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 18	6.52	40	140	163.86	2.17	130.27	0.022
Pipe 19	5.35	30	140	89.21	2.10	171.55	0.023
Pipe 23	29.65	65	140	341.90	1.72	47.79	0.021
Pipe 24	11.81	30	140	89.62	2.11	173.01	0.023
Pipe 25	19.06	50	140	252.28	2.14	97.70	0.021
Pipe 26	9.84	40	140	125.28	1.66	79.24	0.023
Pipe 27	41.11	125	140	1379.61	1.87	26.19	0.018
Pipe 28	37.99	50	140	300.91	2.55	135.41	0.020
Pipe 29	4.53	40	140	195.79	2.60	181.15	0.021
Pipe 30	8.38	30	140	105.12	2.48	232.48	0.022
Pipe 31	9.15	30	140	109.26	2.58	249.72	0.022
Pipe 32	6.35	30	140	86.53	2.04	162.12	0.023
Pipe 33	10.92	20	140	40.10	2.13	281.18	0.024
Pipe 34	34.35	100	140	1038.60	2.20	45.89	0.019
Pipe 35	25.40	75	140	699.33	2.64	89.58	0.019
Pipe 36	7.48	20	140	44.10	2.34	335.32	0.024
Pipe 37	49.21	65	140	339.27	1.70	47.11	0.021
Pipe 38	10.43	30	140	77.50	1.83	132.19	0.023
Pipe 39	11.42	40	140	122.20	1.62	75.67	0.023
Pipe 42	31.52	75	140	655.23	2.47	79.40	0.019
Pipe 43	40.39	50	140	247.90	2.10	94.58	0.021
Pipe 44	6.83	30	140	99.50	2.35	209.98	0.022
Pipe 45	9.45	40	140	120.30	1.60	73.50	0.023
Pipe 46	26.96	50	140	287.03	2.44	124.07	0.021
Pipe 47	6.51	25	140	69.57	2.36	263.07	0.023
Pipe 48	23.22	50	140	217.46	1.85	74.20	0.021
Pipe 49	9.05	30	140	77.49	1.83	132.16	0.023
Pipe 50	8.86	40	140	139.97	1.86	97.30	0.022
Pipe 51	16.54	40	140	148.40	1.97	108.43	0.022

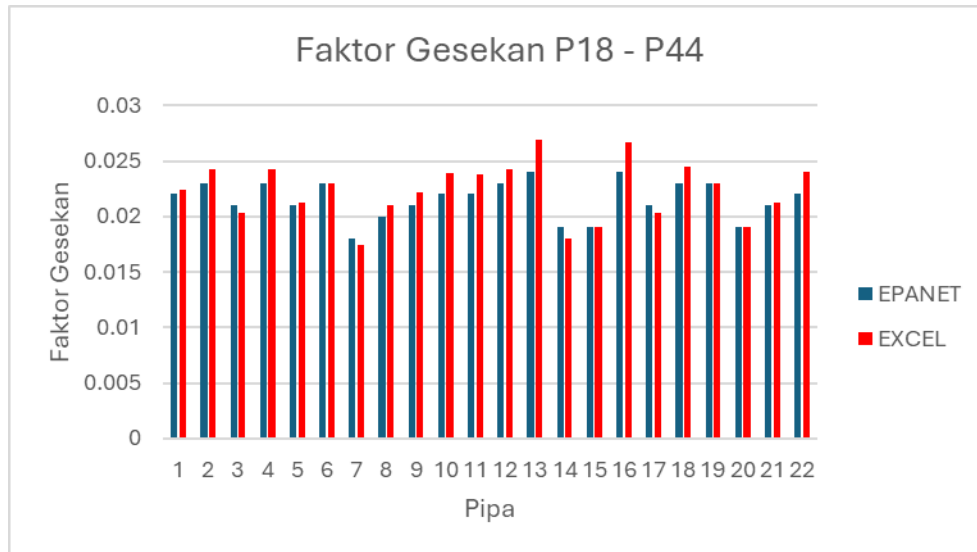
Gambar 63. Data hasil link ID P18 - P51 alternatif kedua

Pipe 52	9.86	30	140	86.30	2.03	161.33	0.023
Pipe 53	59.87	25	140	62.10	2.11	213.16	0.024
Pipe 54	6.30	25	140	62.10	2.11	213.16	0.024
Pipe 1	22.26	40	140	165.37	2.19	132.50	0.022
Pipe 13	8.24	40	140	127.00	1.68	81.26	0.022
Pipe 15	37.47	65	140	390.35	1.96	61.09	0.020
Pipe 21	6.10	30	140	112.93	2.66	265.47	0.022
Pipe 22	5.52	30	140	88.92	2.10	170.52	0.023
Pipe 55	5.67	30	140	87.93	2.07	167.02	0.023
Pipe 56	6.68	30	140	100.57	2.37	214.19	0.022
Pipe 58	8.46	25	140	75.52	2.56	306.25	0.023
Pipe 2	6.64	40	140	139.57	1.85	96.78	0.022
Pipe 7	41.55	40	140	165.37	2.19	132.50	0.022
Pipe 8	22.16	50	140	253.07	2.15	98.26	0.021
Pipe 9	37.20	125	140	1721.51	2.34	39.46	0.018
Pipe 3	4.16	30	140	89.85	2.12	173.83	0.023
Pipe 4	45.66	65	120	390.35	1.96	81.27	0.027
Pipe 6	6.71	200	140	3831.00	2.03	17.59	0.017
Pump 5	#N/A	#N/A	#N/A	3831.00	0.00	-20.12	0.000

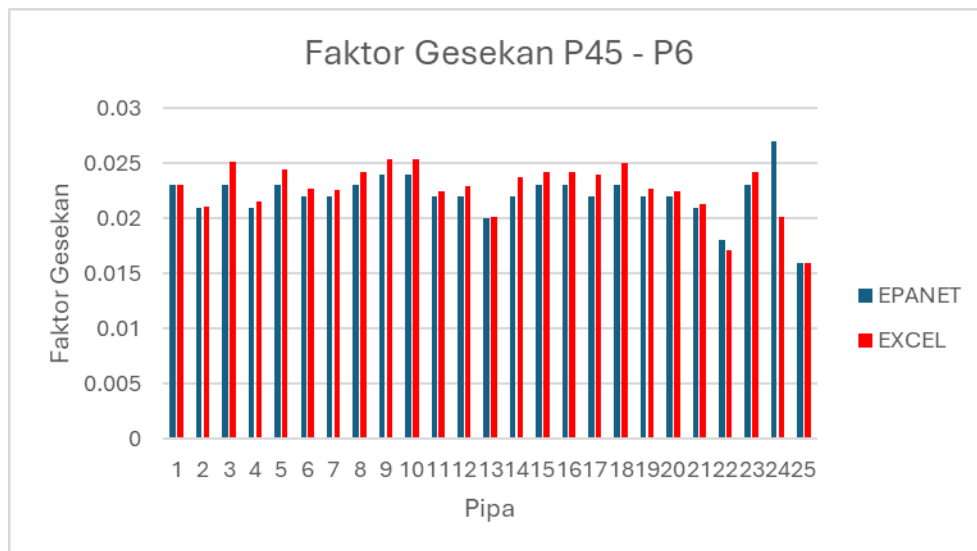
Gambar 64. Data hasil link ID P83-P61 alternatif kedua

Tabel 26. Perbandingan faktor gesekan, kecepatan dan tekanan alternatif kedua

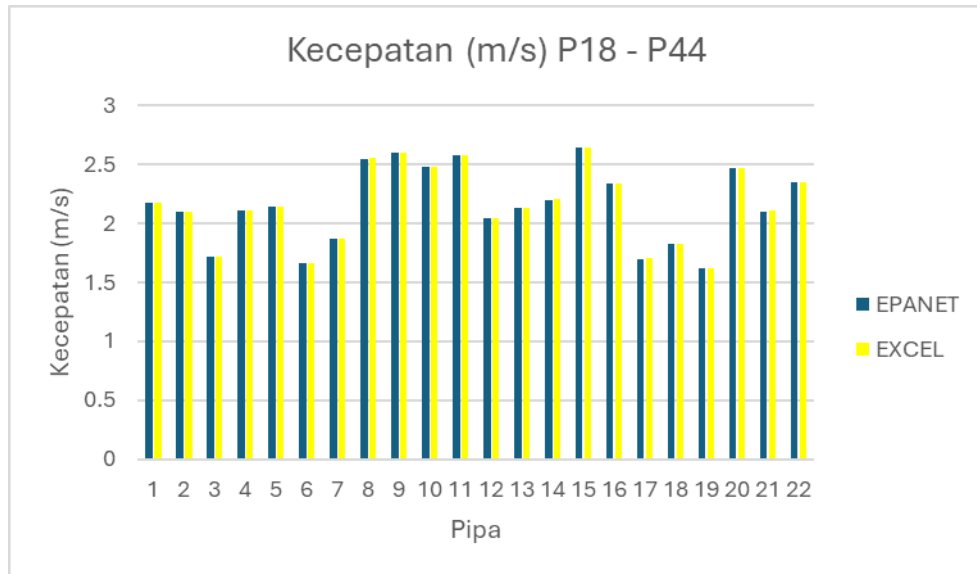
NODE ID	LINK ID	DIAMETER (mm)	PANJANG (m)	FAKTOR GESEKAN		KECEPATAN (m/s)		TEKANAN (m)	
				EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL
Junc 11	Pipe 18	6.52	40	0.022	0.022	2.17	2.17	16.97	18.32
Junc 12	Pipe 19	5.35	30	0.023	0.024	2.1	2.10	16.9	18.27
Junc 14	Pipe 23	29.65	65	0.021	0.020	1.72	1.72	16.07	15.89
Junc 15	Pipe 24	11.81	30	0.023	0.024	2.11	2.11	15.47	15.25
Junc 18	Pipe 25	19.06	50	0.021	0.021	2.14	2.14	15.49	15.27
Junc 23	Pipe 26	9.84	40	0.023	0.023	1.66	1.66	17.82	19.22
Junc 25	Pipe 27	41.11	125	0.018	0.017	1.87	1.87	18.53	18.34
Junc 27	Pipe 28	37.99	50	0.02	0.021	2.55	2.55	18.12	17.86
Junc 28	Pipe 29	4.53	40	0.021	0.022	2.6	2.60	16.25	15.98
Junc 29	Pipe 30	8.38	30	0.022	0.024	2.48	2.48	11.36	11.11
Junc 30	Pipe 31	9.15	30	0.022	0.024	2.58	2.58	10.21	9.95
Junc 31	Pipe 32	6.35	30	0.023	0.024	2.04	2.04	11.46	11.25
Junc 32	Pipe 33	10.92	20	0.024	0.027	2.13	2.13	12.49	12.27
Junc 33	Pipe 34	34.35	100	0.019	0.018	2.2	2.20	13.31	13.09
Junc 34	Pipe 35	25.4	75	0.019	0.019	2.64	2.64	17.46	17.19
Junc 35	Pipe 36	7.48	20	0.024	0.027	2.34	2.34	15.39	15.15
Junc 36	Pipe 37	49.21	65	0.021	0.020	1.7	1.70	17.88	17.71
Junc 37	Pipe 38	10.43	30	0.023	0.025	1.83	1.83	16.6	16.41
Junc 38	Pipe 39	11.42	40	0.023	0.023	1.62	1.62	14.1	13.93
Junc 39	Pipe 42	31.52	75	0.019	0.019	2.47	2.47	16.56	16.31
Junc 40	Pipe 43	40.39	50	0.021	0.021	2.1	2.10	15.18	14.97
Junc 41	Pipe 44	6.83	30	0.022	0.024	2.35	2.35	16.7	16.46
Junc 44	Pipe 45	9.45	40	0.023	0.023	1.6	1.60	14.1	13.94
Junc 45	Pipe 46	26.96	50	0.021	0.021	2.44	2.44	10.76	10.51
Junc 46	Pipe 47	6.51	25	0.023	0.025	2.36	2.36	10.04	9.80
Junc 47	Pipe 48	23.22	50	0.021	0.022	1.85	1.85	9.03	8.84
Junc 48	Pipe 49	9.05	30	0.023	0.025	1.83	1.83	8.84	8.65
Junc 49	Pipe 50	8.86	40	0.022	0.023	1.86	1.86	11.28	11.09
Junc 50	Pipe 51	16.54	40	0.022	0.023	1.97	1.97	9.85	9.65
Junc 51	Pipe 52	9.86	30	0.023	0.024	2.03	2.03	13.41	13.20
Junc 52	Pipe 53	59.87	25	0.024	0.025	2.11	2.11	8.49	8.27
Junc 53	Pipe 54	6.3	25	0.024	0.025	2.11	2.11	7.9	7.68
Junc 54	Pipe 1	22.26	40	0.022	0.022	2.19	2.19	6.73	6.51
Junc 55	Pipe 13	8.24	40	0.022	0.023	1.68	1.68	5.38	5.21
Junc 57	Pipe 15	37.47	65	0.02	0.020	1.96	1.96	14.17	13.97
Junc 1	Pipe 21	6.1	30	0.022	0.024	2.66	2.66	12.55	12.28
Junc 10	Pipe 22	5.52	30	0.023	0.024	2.1	2.10	22.58	22.37
Junc 13	Pipe 55	5.67	30	0.023	0.024	2.07	2.07	16.29	16.08
Junc 16	Pipe 56	6.68	30	0.022	0.024	2.37	2.37	14	13.76
Junc 19	Pipe 58	8.46	25	0.023	0.025	2.56	2.56	18.05	17.79
Junc 20	Pipe 2	6.64	40	0.022	0.023	1.85	1.85	17.06	16.87
Junc 21	Pipe 7	41.55	40	0.022	0.022	2.19	2.19	16.38	16.16
Junc 22	Pipe 8	22.16	50	0.021	0.021	2.15	2.15	16.57	16.44
Junc 26	Pipe 9	37.2	125	0.018	0.017	2.34	2.34	11.82	11.40
Junc 58	Pipe 3	4.16	30	0.023	0.024	2.12	2.12	9.95	9.73
Junc 2	Pipe 4	45.66	65	0.027	0.020	1.96	1.96	16.92	16.72
Junc 4	Pipe 6	6.71	150	0.016	0.016	2.03	2.03	38.46	38.25



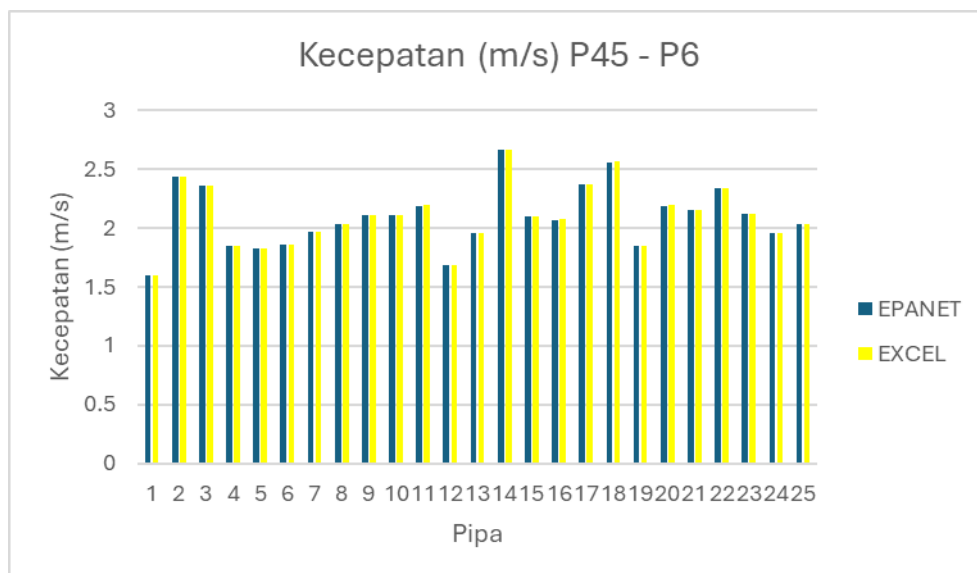
Gambar 65. Perbandingan faktor gesekan EPANET 2.2 dan analitik alternatif pertama



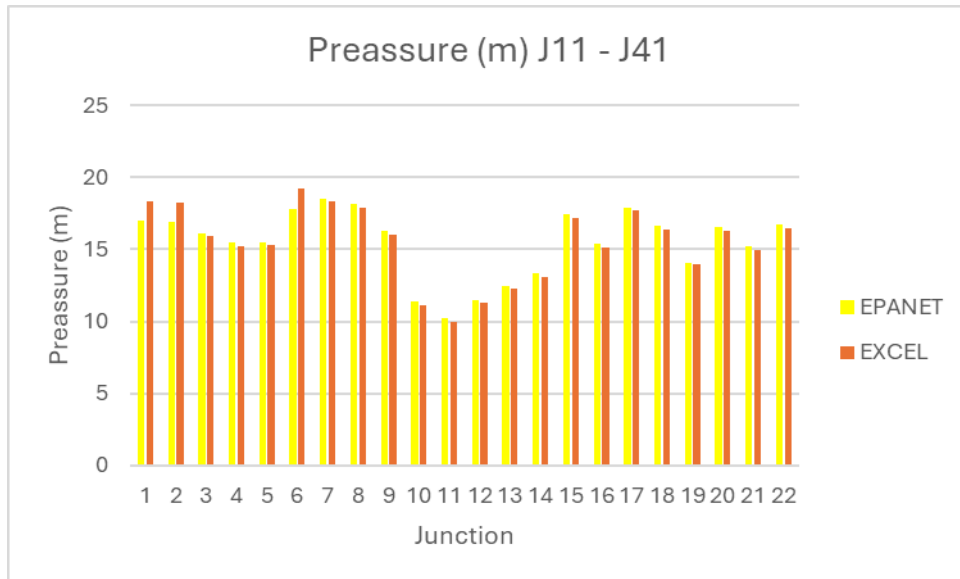
Gambar 66. Perbandingan faktor gesekan EPANET 2.2 dan analitik alternatif kedua



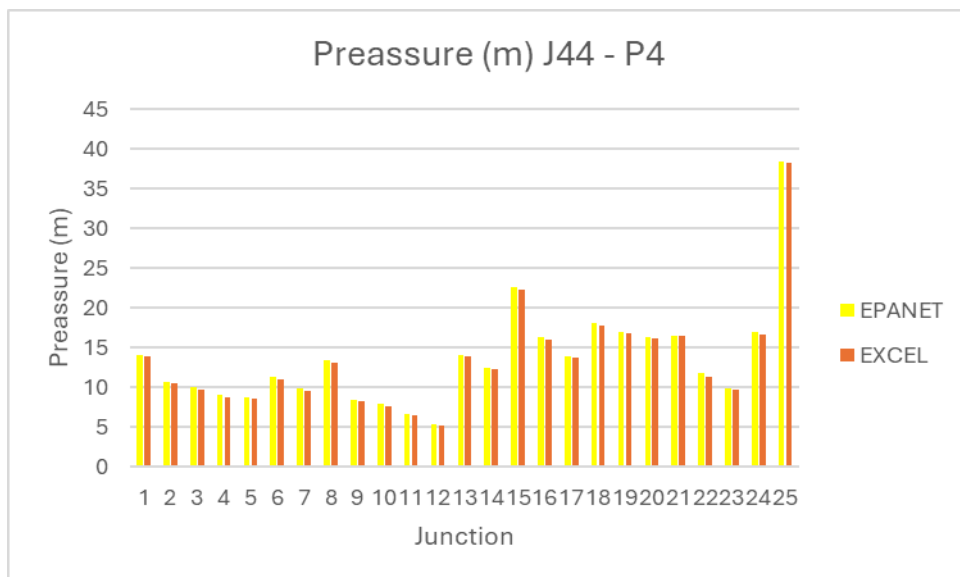
Gambar 67. Perbandingan kecepatan EPANET 2.2 dan analitik alternatif kedua



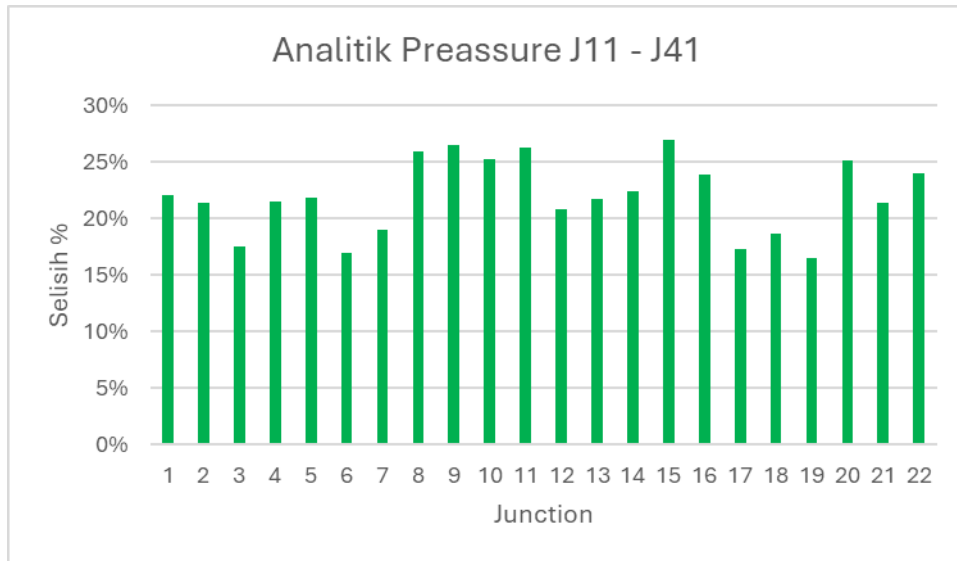
Gambar 68. Perbandingan kecepatan EPANET 2.2 dan analitik alternatif kedua



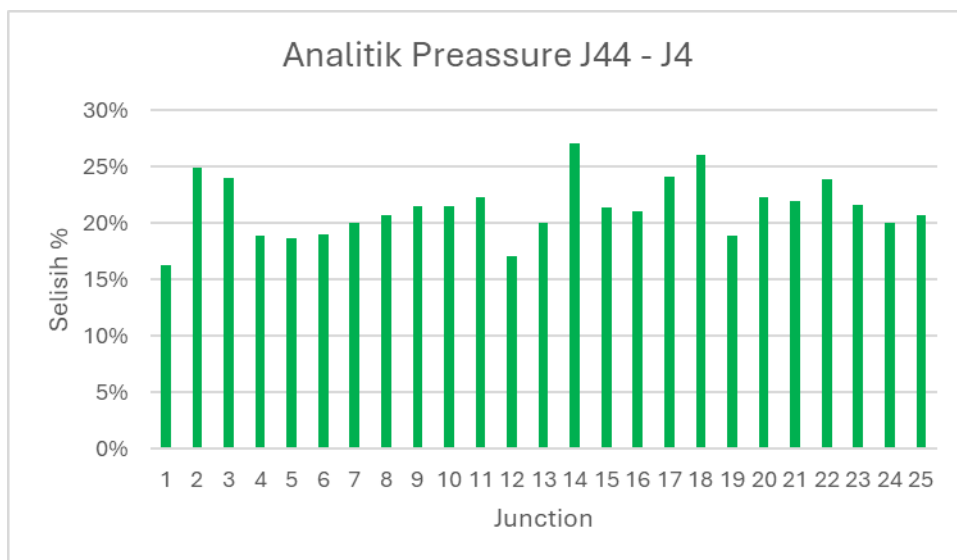
Gambar 69. Perbandingan tekanan EPANET 2.2 dan analitik alternatif kedua



Gambar 70. Perbandingan tekanan EPANET 2.2 dan analitik alternatif kedua



Gambar 71. Grafik selisih preassure J11 - J41 alternatif kedua



Gambar 72. Grafik selisih preassure J44 - J4 alternatif kedua

Jadi pada grafik di atas dapat dilihat kecepatan yang di dapatkan dari EPANET 2.2 hasilnya sama. Faktor gesekan yang didapat dari EPANET 2.2 dan di analitik memiliki selisih perbedaan sedikit, yaitu (0.01-0.03) dan selisih tekanan diantara 0.20-0.32 m, tekanan yang didapat pada EPANET 2.2 lebih tinggi dibandingkan dengan hasil analitiklunak masih dapat diterima karena perbedaan yang muncul tidak signifikan dan masih berada dalam batas toleransi teknis.

C. Pembahasan

Dari hasil pengujian, terlihat perbedaan tekanan tekanan dan kesamaan kecepatan aliran air antara perancangan alternatif pertama dan alternatif kedua. Pada perancangan alternatif pertama data yang dihasilkan mendekati syarat dan kriteria selisihnya sebesar 0.12 m dan pada perancangan alternatif kedua data yang dihasilkan selisih 0.14 m dengan syarat dan kriteria. Harga yang relative lebih murah yaitu pada perancangan desain alternatif pertama. Jadi perancangan yang paling realistis untuk dibangun adalah perancangan alternatif pertama dengan mempertimbangkan hasil, anggaran biaya dan material yang digunakan serta pemasangan secara langsung.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Kedua rancangan ini menghasilkan output yang sesuai dengan syarat dan kriteria.

- Dengan pengukuran yang mendapatkan hasil uncertainty di bawah 5% pada kedua alternatif membuat penelitian ini memiliki data yang dapat dipastikan benar dan memuaskan, karena uncertainty di bawah 5% menandakan hasil pengukuran tidak memiliki kesalahan pada saat pengukuran.
- Rancangan alternatif pertama dengan tekanan 13,95 - 34 m dan kecepatan alirannya 1,85 – 2,60 m/s. diameter pipa PVC yang digunakan 3/4'' – 6''.
- Rancangan alternatif kedua dengan tekanan 5 – 37 m dan kecepatan aliran diantara 1,85 – 2,36 m/s. diameter pipa PVC yang digunakan 3/4'' – 6''.
- Spesifikasi pompa yang digunakan alternatif pertama memiliki debit 3900 l/min dan head 26,5 m.
- Spesifikasi pompa yang digunakan alternatif kedua memiliki debit 9000 l/min dan head 27,5 m.
- Total investasi alat alternatif pertama Rp. 88.000.000
- Total investasi alat alternatif kedua Rp. 107.189.889
- Biaya oprasional alternatif pertama Rp. 1,351,840
- Biaya oprasional alternatif kedua Rp. 1,998,642

Perancangan alternatif pertama menunjukkan keunggulan dari segi efisiensi biaya, baik dalam aspek anggaran operasional maupun investasi, sehingga menjadi pilihan yang lebih ekonomis dibandingkan alternatif kedua.

Sistem pompanisasi pengairan persawahan merupakan salah satu solusi penting dalam mengatasi masalah kekurangan air untuk pertanian, khususnya di wilayah yang tidak terjangkau oleh sistem irigasi alami. Sistem ini memanfaatkan pompa untuk mengalirkan air dari sumber seperti sungai menuju lahan pertanian yang membutuhkan pasokan air untuk menunjang pertumbuhan tanaman padi. Secara keseluruhan, sistem pompanisasi pengairan persawahan sangat membantu dalam mendukung pertanian yang berkelanjutan, namun memerlukan perencanaan dan pengelolaan yang baik agar dapat berjalan efektif dan efisien. Sistem pompanisasi juga memerlukan dukungan dari berbagai pihak, seperti pemerintah, penyedia teknologi, serta petani, untuk memastikan bahwa sistem ini dapat berfungsi dengan baik dan memberikan manfaat yang optimal.

Keuntungan yang didapat Desa Jagapura Kulon saat merealisasikan rancangan ini khususnya untuk sektor pertanian, untuk penanaman padi pada musim kemarau dan fenomena El Niño, yaitu dapat membantu para petani dalam memenuhi air persawahan dan investasi jangka Panjang untuk membangun perekonomian warga agar semakin Sejahtera.

2. Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengumpulan data skripsi yang telah dilakukan, penulis bermaksud memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya. Adapun saran-saran tersebut sebagai berikut:

- a) Ketelitian dalam melakukan pengukuran perlu diperhatikan agar diperoleh hasil yang tepat dan akurat.
- b) Spesifikasi, akuisisi data, serta instrumentasi alat yang digunakan perlu diperhatikan untuk menjamin keandalan hasil penelitian.

Selain itu, dalam perencanaan desa terkait dengan perancangan ini, baik direalisasikan maupun tidak, diharapkan rancangan tersebut tetap dapat memberikan manfaat dan membantu masyarakat Desa Jagapura Kulon, khususnya dalam mendukung kegiatan penanaman padi pada musim kemarau maupun saat terjadi fenomena El Niño.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Wahyono, M. Budi., “Instalasi sistem pengairan area persawahan untuk meningkatkan produktivitas tanaman jagung,” 2021. Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net>.
- [2] A. Priyonugroho, “Analisis kebutuhan air irigasi(studi kasus pada daerah irigasi sungai air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang),” 2014. Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://core.ac.uk>.
- [3] K. Kustana., “Resolusi konflik sistem pengelolaan irigasi pertanian di perdesaan”, Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://core.ac.uk>.
- [4] Nur Ichlas, “Kajian potensi air penggerak Daerah Pekandangan Kabupaten Padan Pariaman,” 2019, Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://jprpnp.com/index>.
- [5] M. Yunan., “Studi kebutuhan air untuk pembangunan jaringan irigasi Mare-mare Kabupaten Kepulauan Selayar”, Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://jurnalftlama.umi.ac.id/index>.
- [6] Tjahjaningsih Suandini Yustina, “pengadaan air bersih dengan pemanfaatan dengan teknologi tenaga gravitasi di Dusun Pelan Kerep Desa Sumber Kare Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo,” 2019, Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id>.
- [7] Amrullah, “kajian pemilihan pompa berdasarkan karakteristik topografi,” 2024, Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://core.ac.uk>.
- [8] I. Ketut Soriarta., “Analisis sistem penyediaan air minum the analysis of the malet water supply system in susut district, bangli regency based on the epanet 2.2 application” 2025. Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <http://repo.unr.ac.id>.
- [9] H. Pamungkas., “Perencanaan sistem penyediaan air bersih menggunakan pompa hidram di Desa Randugading, kecamatan Tajidnan, kabupaten Malang.” Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://www.academia.edu>.
- [10] I. Sanjaya., “Perancangan sistem pompa irigasi pembangkit listrik tenaga surya (plts) untuk pertanian Subak Semaagung,” *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 6, no. 3, p. 114, Sep. 2019, doi: 10.24843/spektrum.2019.v06.i03.p16.

- [11] S. Samsugi., “sistem pengontrol irigasi otomatis menggunakan mikrokontroler arduino uno.,” 2020. Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://www.academia.edu>.
- [12] Tri Budi Lestari., “Analisis pemanfaatan mata air sebagai sumber air baku di Kecamatan Cisarua kabupaten Bogor.” Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.gunadarma.ac.id>.
- [13] D. Sedana., “pemetaan akuifer air tanah di jalan ringroad kelurahan Maledeng dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis.” Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id>.
- [14] H. Poedjiastoeti., “Penilaian kerentanan air permukaan terhadap pencemaran di sub das garang hilir berbasis multi-indeks,” *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, vol. 5, no. 3, p. 168, Dec. 2017, doi: 10.14710/jwl.5.3.168-180.
- [15] A. Yulistyorini, “Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Pengelolaan Sumber Daya Air di Perkotaan.” Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://core.ac.uk>.
- [16] Purba Hardy Jhon, “Kebutuhan dan cara pemberian air irigasi untuk tnaman padi sawah (*Oryza sativa* L.),” 2011, Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net>.
- [17] R. Reza Gumilang., “Analisis headloss pada jaringan perpipaan distribusi air bersih di perkebunan Marina Kota Batam.,” *JURNAL COMASIE*, vol. 08, no. 1, 2023, Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.upbatam.ac.id>.
- [18] Firmanysah Haris, “Perawatan sistem perpipaan (piping system) pada kapal TB Nusa Penida,” 2022. Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <http://download.garuda.kemdikbud.go.id>.
- [19] Harmi Tjahjanti “PKM C-19: TTG Air bersih desa wisata Sumbergedang Pasuruan Jawa Timur.” Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://innovative.pubmedia.id>.
- [20] W. Ali Mustofa., “Instalasi pemasangan pipa untuk air bersih ke rumah tangga di Dusun Klampok Desa Sumbergedang Pandaan,” *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, vol. 3, no. 3, 2024, doi: 10.47134/innovative.v3i3.

- [21] S. Anam., “perawatan genset 200 kva di gedung Apartemen T.P dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM).”, Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <http://ismetek.itbu.ac.id>.
- [22] R. Muharni, “Terbit online pada laman web jurnal analisis kebutuhan debit air di gedung C RSUD Kota Bukittinggi,” *JURNAL Teknik Mesin*, vol. 14, no. 2, pp. 94–98, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal2.pnp.ac.id>.
- [23] R. Ariansyah., “Pemeliharaan pompa submersible sebagai sistem sanitasi aliran air limbah RSI Jakarta Utara.,” vol. 2, no. 1, Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal-rmg.org/index.php>.
- [24] N. Ulfah., “Rancang bangun jig & fixture untuk pipe fitting steel concentric reducer pada mesin bevel pipa.” Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://www.academia.edu>.
- [25] R. Talanipa., “Implementasi aplikasi EPANET dalam evaluasi pipa jaringan distribusi air bersih PDAM Kolaka,” *INFORMAL: Informatics Journal*, vol. 7, no. 1, p. 46, Apr. 2022, doi: 10.19184/isj.v7i1.30802.
- [26] Upiani Ihsan, “Evaluasi pengukuran tanda batas menggunakan gps geodetik pada IUP PT. Pancara Surya Abadi.,” 2023, Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://www.academia.edu>.
- [27] H. Purba, “Kebutuhan dan cara pemberian air irigasi untuk tanaman padi sawah (*Oryza Sativa L*),” *Sains dan Teknologi Vol.10 No.3 April 2011*, vol. 66, no. July, pp. 6–17, 2011.
- [28] L. Sulistiyo, “Centrifugal pumps 2cdx contents 50Hz.”

LAMPIRAN

1. Foto-foto kegiatan

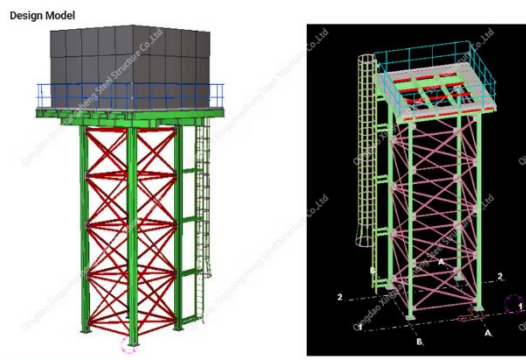
Tracking area persawahan untuk mendapatkan data elevasi dan titik koordinat.



Gambar 73. Dokumentasi tracking area persawahan

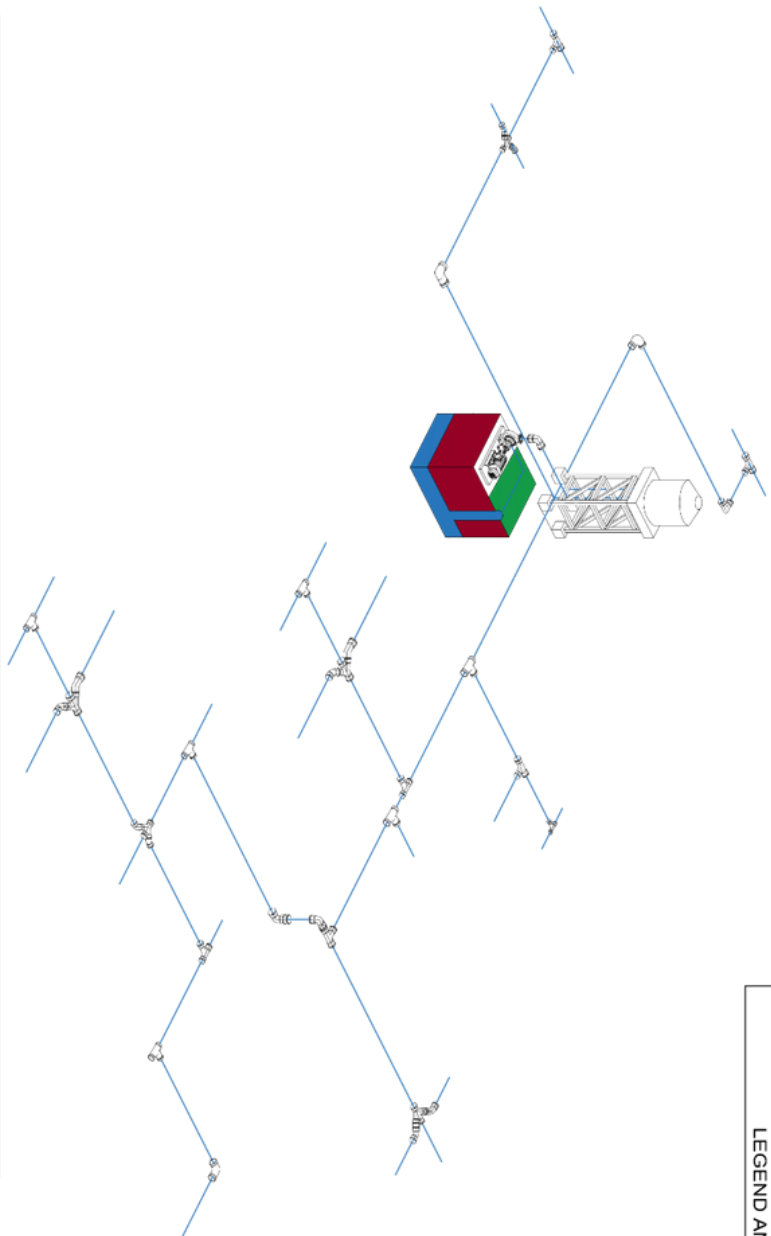
2. Gambar kerja

Gambar kerja disusun sebagai alat bantu visual untuk menggambarkan sistem perpipaan secara rinci, termasuk ukuran diameter pipa sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Gambar ini bertujuan untuk memudahkan pemahaman terhadap tata letak dan hubungan antar komponen dalam sistem. Namun, pemahaman tersebut akan lebih optimal apabila gambar kerja dibaca secara terpadu dengan dokumen rancangan teknis dan perhitungan anggaran biaya, karena ketiganya saling melengkapi dalam menjelaskan aspek fungsional, teknis, dan ekonomis dari sistem yang dirancang. Adapun gambar kerja yang disajikan berikut ini memuat rancangan tandon serta dua alternatif desain sistem perpipaan yang telah dianalisis sebelumnya.



Gambar 74. Desain tandon

LEGEND AND NOTE



- | | | | | | |
|-----------|--------------|---------|--------|-----------------|----------|
| 1. Tandon | 2. Reservoir | 3. Pump | 4. Tee | 5. Double Y Tee | 6. Elbow |
| | | | | | |



SCALE

DESAIN PLUMBING SISTEM POMPAIRISASI PENGAIRAN SAWAH

DRAWN	CHECKED	APPROVED	MATERIAL
DATE	13-07-25	24-07-25	-
NAME	TUBAGUS	REZA	HERY
FILE:			SHEET:

A3

