

**Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 6
seluas 8.94 hektar Desa Jagapura Kulon Kecamatan Gegesik
Kabupaten Cirebon**

*Design of an irrigation pumping system for a 8.94 hectare rice field
in block 6 Jagapura Kulon Village Cirebon Regency*

SKRIPSI

Oleh:

Nama: Acep Nugraha

NPM: 213030034



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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Acep Nugraha

Nomor Pokok Mahasiswa : 213030034

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,

Materai 10.000

Acep Nugraha

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

N a m a: Acep Nugraha

NPM: 213030034

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 6 seluas 8.94 hektar Desa Jagapura Kulon Kecamatan Gegesik 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,

Materai 10.000

Acep Nugraha

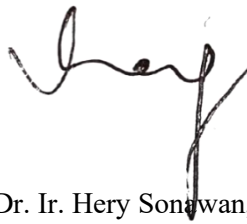
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 6
seluas 8.94 hektar Desa Jagapura Kulon Kecamatan Gegesik
Kabupaten Cirebon**



**Nama: Acep Nugraha
NPM: 213030034**

Pembimbing Utama

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Hery', written over a horizontal line.

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

Pembimbing Pendamping

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Mohammad Reza', written over a horizontal line.

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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

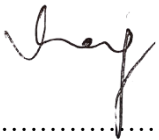
**Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 6
seluas 8.94 hektar Desa Jagapura Kulon Kecamatan Gegesik
Kabupaten Cirebon**



**Nama: Acep Nugraha
NPM: 213030034**

Tanggal sidang skripsi: 30 Juni 2025

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


.....

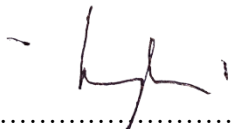
Sekretaris : Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T.


.....

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


.....

Anggota : Dr. Ir. Endang Achdi, M.T.


.....

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala dengan Rahmat dan karunia-Nya, sehingga Penulis dapat membuat, menyusun, dan menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini mungkin tidak terselesaikan tanpa bantuan, dukungan dan bimbingan dari orang-orang disekitar Penulis. Untuk itu Penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya yang telah memberikan do'a serta dorongan, secara moral dan materi yang kuat sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T., selaku dosen pembimbing utama.
3. Bapak Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pendamping.
4. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Mesin Universitas Pasundan yang telah memberikan bekal ilmu selama melakukan studi.
6. Semua rekan rekan seperjuangan Teknik Mesin Universitas Pasundan yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

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

Bandung, 30 Juni 2025

Penulis,

Acep Nugraha

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	XIII
ABSTRAK	XV
<i>ABSTRACT</i>	XVI
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar belakang	1
2. Rumusan masalah	2
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. Definisi sistem perpipaan	9
4. Kebutuhan air sawah.....	9
5. Sumber air.....	9
6. Genset	10

7. Pompa	10
8. Pipa	11
9. Software EPANET 2.2.....	11
10. Software Google Earth	11
11. Software Garmin Basecamp	12
12. Garmin GPSMAP 65s.....	12
BAB III METODOLOGI	13
1. Tahapan penelitian.....	13
A. Identifikasi masalah	13
B. Pengolahan data primer	15
2. Tempat penelitian	24
3. Alat ukur yang digunakan.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
1. Kalibrasi.....	26
2. Membuat jalur dan memuat data elevasi dari software Basecamp	27
3. Mengukur luas petak sawah.....	30
4. Menghitung kebutuhan air pada setiap petak sawah.....	30
5. Syarat dan kriteria perancangan.....	33
6. Membuat desain alternatif dan mensimulasikan pada software EPANET 2.2	33
A. Desain alternatif pertama	33
B. Desain alternatif kedua.....	36
C. Perhitungan pompa dan biaya operasional.....	39
D. Membandingkan dengan penelitian terdahulu	51
7. Menyusun rancangan anggaran biaya.....	52
8. Hasil penelitian	54
A. Membandingkan kedua hasil perancangan.....	65
B. Perbandingan epanet dan analitik.....	67

C. Pembahasan.....	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	92
1. Kesimpulan	92
2. Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN.....	97
1. Foto-foto kegiatan.....	97
2. Gambar kerja	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram alir penelitian.....	13
Gambar 2. Jalur hasil tracking	15
Gambar 3. Cara mengumpulkan data elevasi.....	16
Gambar 4. Pengukuran lebar sungai	16
Gambar 5. Grafik pengukuran lebar Sungai	17
Gambar 6. Sketsa pengukuran lebar sungai	18
Gambar 7. Pengukuran waktu tempuh bola pingpong	18
Gambar 8. Grafik pengukuran waktu tempuh bola pingpong.....	19
Gambar 9. Sketa pengukuran waktu tempuh bola pingpong	20
Gambar 10. pengukuran kedalaman Sungai	20
Gambar 11. Grafik pengukuran kedalaman sungai penampang 1	21
Gambar 12. Sketsa pengukuran kedalaman sungai penampang 1	22
Gambar 13. <i>Current meter flowatch</i>	23
Gambar 14. Sketsa lokasi kedalaman sungai dan pengukuran debit air	24
Gambar 15. Lokasi Fakultas Teknik Universitas Pasundan.....	24
Gambar 16. Lokasi Desa Jagapura Kulon.....	24
Gambar 17. Pengukuran jarak pada software Google Earth	26
Gambar 18. Pengukuran menggunakan software EPANET 2.2	26
Gambar 19. Memasukan hasil kalibrasi pada map dimension EPANET 2.2.....	27
Gambar 20. Area penelitian blok 6	28
Gambar 21. Luas area penelitian.....	28
Gambar 22. Mencari data elevasi.....	28
Gambar 23. Mencari data panjang pipa	29
Gambar 24. Membuat jalur di Google Earth.....	29
Gambar 25. Mengukur luas area petak sawah	30
Gambar 26. Jumlah petak sawah.....	30
Gambar 27. Jalur perpipaan pada software EPANET 2.2 alternatif pertama	34
Gambar 28. Elevasi alternatif pertama.....	34
Gambar 29. Panjang pipa alternatif pertama.....	34
Gambar 30. <i>Base demand</i> alternatif pertama	35
Gambar 31. Diameter pipa alternatif pertama.....	35
Gambar 32. Tekanan alternatif pertama.....	36

Gambar 33. Kecepatan aliran alternatif pertama.....	36
Gambar 34. Desain rancangan alternatif kedua pada software EPANET 2.2.....	37
Gambar 35. Elevasi alternatif kedua	37
Gambar 36. Panjang pipa alternatif kedua	37
Gambar 37. Diameter pipa alternatif kedua	38
Gambar 38. Tekanan alternatif kedua	38
Gambar 39. Kecepatan aliran alternatif kedua.....	38
Gambar 40. Spesifikasi tandon alternatif kedua	39
Gambar 41. Pompa alternatif pertama	39
Gambar 42. Genset alternatif pertama	40
Gambar 43. Pompa alternatif kedua.....	41
Gambar 44. Genset alternatif kedua.....	42
Gambar 45. Hasil perhitungan pompa alternatif pertama	42
Gambar 46. Kurva karakteristik pompa alternatif pertama.....	43
Gambar 47. Kurva sistem perpipaan alternatif pertama.....	44
Gambar 48. Kurva karakteristik pompa alternatif pertama.....	44
Gambar 49. Kurva H-Q alternatif pertama	45
Gambar 50. Perhitungan biaya operasional alternatif pertama	47
Gambar 51. Hasil pengukuran pompa alternatif kedua.....	47
Gambar 52. Kurva karakteristik pompa alternatif kedua	48
Gambar 53. Kurva sistem perpipaan alternatif kedua	48
Gambar 54. Karakteristik pompa alternatif kedua	49
Gambar 55. Kurva H-Q alternatif kedua.....	49
Gambar 56. Perhitungan biaya operasional alternatif kedua	51
Gambar 57. Data hasil node ID J4-J28 alternatif pertama	71
Gambar 58. Data hasil node ID J29-J53 alternatif pertama	71
Gambar 59. Data hasil node ID J54-J78 alternatif pertama	71
Gambar 60. Data hasil node ID J79-J89 alternatif pertama	72
Gambar 61. Hasil perhitungan kecepatan dan faktor gesekan alternatif pertama	72
Gambar 62. Data hasil link ID P3-P28 alternatif pertama	72
Gambar 63. Data hasil link ID P29-P54 alternatif pertama	73
Gambar 64. Data hasil link ID P55-P80 alternatif pertama	73
Gambar 65. Data hasil link ID P81-P1 alternatif pertama	73
Gambar 66. Grafik perbandingan faktor gesekan P4–P31 alternatif pertama.....	77
Gambar 67. Grafik perbandingan faktor gesekan P32–P60 alternatif pertama.....	77

Gambar 68. Grafik perbandingan faktor gesekan P62–P61 alternatif pertama.....	77
Gambar 69. Grafik perbandingan kecepatan aliran P4-P31 alternatif pertama.....	78
Gambar 70. Grafik perbandingan kecepatan aliran P32-P60 alternatif pertama.....	78
Gambar 71. Grafik perbandingan kecepatan aliran P62-P61 alternatif pertama.....	78
Gambar 72. Grafik perbandingan tekanan J4-J31 alternatif pertama.....	79
Gambar 73. Grafik perbandingan tekanan J32-J59 alternatif pertama.....	79
Gambar 74. Grafik perbandingan tekanan J60-J88 alternatif pertama.....	79
Gambar 75. Grafik selisih pressure J4-J31 alternatif pertama	80
Gambar 76. Grafik selisih pressure J32-J59 alternatif pertama	80
Gambar 77. Grafik selisih pressure J60-J88 alternatif pertama	80
Gambar 78. Data hasil node ID J4-J29 alternatif kedua	81
Gambar 79. Data hasil node ID J30-J54 alternatif kedua	81
Gambar 80. Data hasil node ID J55-J79 alternatif kedua	82
Gambar 81. Data hasil node ID J80-J89 alternatif kedua	82
Gambar 82. Hasil perhitungan kecepatan dan faktor gesekan alternatif kedua	82
Gambar 83. Data hasil link ID P5-P30 alternatif kedua.....	83
Gambar 84. Data hasil link ID P31-P56 alternatif kedua.....	83
Gambar 85. Data hasil link ID P57-P82 alternatif kedua.....	83
Gambar 86. Data hasil link ID P83-P61 alternatif kedua.....	84
Gambar 87. Grafik perbandingan faktor gesekan P5-P33 alternatif kedua.....	87
Gambar 88. Grafik perbandingan faktor gesekan P34-P63 alternatif kedua.....	87
Gambar 89. Grafik perbandingan faktor gesekan P64-P61 alternatif kedua.....	88
Gambar 90. Grafik perbandingan kecepatan aliran P5-P33 alternatif kedua.....	88
Gambar 91. Grafik perbandingan kecepatan aliran P34-P63 alternatif kedua.....	88
Gambar 92. Grafik perbandingan kecepatan aliran P64-P61 alternatif kedua.....	89
Gambar 93. Grafik perbandingan tekanan J4-J32 alternatif kedua.....	89
Gambar 94. Grafik perbandingan tekanan J33-J60 alternatif kedua.....	89
Gambar 95. Grafik perbandingan tekanan J61-J89 alternatif kedua.....	90
Gambar 96. Grafik selisih pressure J4-J32 alternatif kedua	90
Gambar 97. Grafik selisih pressure J33-J60 alternatif kedua	90
Gambar 98. Grafik selisih pressure J61-J89 alternatif kedua	91
Gambar 99. Dokumentasi pengukuran kedalaman air sungai.....	97
Gambar 100. Dokumentasi pengukuran kecepatan aliran air sungai.....	97
Gambar 101. Dokumentasi pengukuran lebar Sungai.....	97
Gambar 102. Dokumentasi tracking area persawahan.....	98

Gambar 103. Desain tandon.....	98
--------------------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data hasil pengukuran lebar sungai	17
Tabel 2. Data hasil pengukuran waktu tempuh bola pingpong.....	19
Tabel 3. Data hasil pengukuran kedalaman sungai penampang 1.....	21
Tabel 4. Alat yang digunakan	25
Tabel 5. Data hasil perhitungan <i>base demand</i>	31
Tabel 6. Kebutuhan air petak sawah	32
Tabel 7. Spesifikasi pompa alternatif pertama.....	40
Tabel 8. Spesifikasi genset alternatif pertama	40
Tabel 9. Spesifikasi pompa alternatif kedua	41
Tabel 10. Spesifikasi genset alternatif kedua.....	42
Tabel 11. Sistem perpipaan alternatif pertama.....	43
Tabel 12. Data karakteristik pompa alternatif pertama	44
Tabel 13. Titik desain alternatif pertama	45
Tabel 14. Titik operasi alternatif pertama.....	45
Tabel 15. Total biaya perawatan alat alternatif pertama	45
Tabel 16. Biaya mengalir sawah perjam alternatif pertama.....	46
Tabel 17. Harga pompa dan genset alternatif pertama.....	46
Tabel 18. Sistem perpipaan alternatif kedua.....	47
Tabel 19. Karakteristik pompa alternatif kedua.....	48
Tabel 20. Titik desain alternatif kedua.....	49
Tabel 21. Titik operasi alternatif kedua	49
Tabel 22. Total biaya perawatan alat alternatif kedua	50
Tabel 23. Biaya mengalir sawah perjam alternatif kedua.....	50
Tabel 24. Harga pompa dan genset alternatif kedua.....	50
Tabel 25. Perbandingan hasil dengan penelitian terdahulu.....	52
Tabel 26. Rancangan anggaran biaya alternatif pertama	53
Tabel 27. Rancangan anggaran biaya alternatif kedua.....	54
Tabel 28. Data hasil elevasi, base demand, head dan pressure alternatif pertama	55
Tabel 29. Data hidraulik alternatif pertama	57
Tabel 30. Data hasil elevasi, base demand, head dan pressure alternatif kedua	59
Tabel 31. Data hidraulik alternatif kedua.....	61
Tabel 32. Perbandingan biaya pembangunan dan material kedua alternatif.....	65

Tabel 33. Perbandingan hasil pressure dan velocity kedua alternatif	65
Tabel 34. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta tekanan alternatif pertama .	73
Tabel 35. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta tekanan alternatif kedua.....	84

ABSTRAK

Ketersediaan air irigasi pada musim kemarau di wilayah persawahan blok 6 Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon, menjadi permasalahan signifikan bagi para petani. Hambatan utama terletak pada perbedaan elevasi antara muka air sungai dan permukaan lahan pertanian, di mana muka air sungai berada 22.06 meter lebih rendah dibandingkan lahan persawahan. Hal ini menyebabkan distribusi air secara gravitasi tidak dapat dilakukan, sehingga diperlukan suatu sistem pompanisasi untuk mengalirkan air secara efektif dan efisien ke area pertanian. Tahapan awal dalam perancangan sistem ini diawali dengan survei dan pengumpulan data lapangan. Berdasarkan hasil pengukuran, kebutuhan air irigasi ditetapkan sebesar 0.012 m³/s. Parameter fisik sungai yang diamati mencakup kedalaman air sebesar 58.05 cm, lebar 6.75 meter, dan waktu tempuh bola pingpong dari penampang 1 ke penampang 2 sebesar 14.35 s. Berdasarkan data tersebut, kecepatan aliran Sungai dihitung sebesar 1.11 m/s dan debit sungai dihitung sebesar 4.80 m³/s, yang menunjukkan potensi sumber daya air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan irigasi. Selanjutnya, dilakukan pemodelan hidraulik sistem pompanisasi menggunakan perangkat lunak EPANET untuk menganalisis tekanan dan kecepatan aliran dalam jaringan pipa. Pada alternatif pertama, tekanan dalam sistem berkisar antara 7.00 hingga 46.94 meter, dengan kecepatan aliran antara 1.70 hingga 2.80 m/s. Sementara pada alternatif kedua, tekanan berada dalam rentang 3.32 hingga 45.56 meter, dengan kecepatan aliran yang relatif sama. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem pompanisasi mampu mengatasi kendala elevasi dan dapat mendistribusikan air secara optimal ke lahan pertanian. Dengan demikian, sistem ini menjadi solusi teknis yang layak diterapkan untuk meningkatkan ketersediaan air irigasi, khususnya selama musim kemarau, serta mendukung keberlanjutan pertanian di wilayah tersebut.

Kata kunci: debit sungai, elevasi, EPANET 2.2, kecepatan aliran air, kebutuhan air, sistem pompanisasi, tekanan air.

ABSTRACT

The availability of irrigation water during the dry season in the rice fields of block 6 Jagapura Kulon Village Cirebon District, is a significant problem for farmers. The main obstacle lies in the elevation difference between the river water level and the surface of the agricultural land, where the river water level is 22.06 meters lower than the rice fields. This causes the distribution of water by gravity cannot be done, so a pumping system is needed to drain water effectively and efficiently to the agricultural area. The initial stage in the design of this system begins with a survey and collection of field data. Based on the measurement results, the irrigation water requirement was set at 0.012 m³/s. The physical parameters of the river observed included a water depth of 58.05 cm, a width of 6.75 meters, and a ping pong ball travel time from cross section 1 to cross section 2 of 14.35 s. Based on these data, the river flow velocity was calculated at 1.11 m/s and the river discharge was calculated at 4.80 m³/s, indicating the potential for sufficient water resources to meet irrigation needs. Furthermore, hydraulic modeling of the pompanization system was carried out using EPANET software to analyze the pressure and flow velocity in the pipeline network. In the first alternative, the pressure in the system ranged from 7.00 to 46.94 meters, with a flow velocity between 1.70 to 2.80 m/s. While in the second alternative, the pressure is in the range of 3.32 to 45.56 meters, with a flow velocity of 1.70 to 2.80 m/s.

Keywords: river discharge, elevation, EPANET 2.2, water flow rate, air requirements, pumping system, water pressure.

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Kabupaten Cirebon berada di Provinsi Jawa Barat, di rute utama Pantura di Pantai Utara Pulau Jawa. Daerah dataran rendah, yang terdiri dari Kecamatan Gegesik, Kaliwedi, dan Kapetakan, tempatnya di Pesisir Utara Pulau Jawa. Pada bagian Selatan Kabupaten Cirebon, ada 18 aliran Sungai yang berhulu, dan bagian besar wilayahnya terletak di dataran tinggi. Sungai-sungai besar di Kabupaten Cirebon termasuk Cisanggarung, Ciwaringin, Cimanis, dan Kalijaga.

Pertanian masih memainkan peran strategis dalam pemenuhan kebutuhan Masyarakat Kabupaten Cirebon, karena merupakan lumbung padi bagi wilayah sekitarnya. Kecamatan Kapetakan, Gegesik, Susukan, dan Sedong adalah wilayah andalan budidaya padi.

Kecamatan Gegesik tepatnya di Desa Jagapura Kulon, letak geografisnya berada di dataran rendah. Luas Desa Jagapura Kulon ± 514.045 hektar, jumlah penduduk yang ada di Desa Jagapura Kulon sebanyak 8950 Orang, dan luas persawahannya ± 430 hektar. Mayoritas warganya 70% berprofesi sebagai petani karena memanfaatkan sumber daya alam yaitu, lahan pertanian luas dan sumber daya air permukaan yang melewati lahan pertanian.

Desa Jagapura Kulon dilewati oleh 3 Sungai yaitu, sungai Rama, sungai Jonggol, dan sungai Sikusta. Meskipun dilewati oleh ketiga sungai tersebut area persawahan di Desa Jagapura Kulon masih belum bisa teraliri sepenuhnya, dikarenakan keterbatasan para petani dalam mengalirkan air dari sumber ke area persawahan pada musim kemarau.

Area persawahan Desa Jagapura Kulon dengan luas wilayah ± 430 hektar pada musim kemarau dan fenomena el nino. Sektor pertanian di Desa Jagapura Kulon terdampak kekeringan berkepanjangan yang membuat sebagian besar petani mengalami keresahan. Tanaman padi yang telah tumbuh dipertengahan musim kemarau terpaksa dibiarkan mengering karena tidak adanya pasokan air sedangkan disekitar persawahan tersebut terdapat sungai sebagai sumber air permukaan yang dapat di manfaatkan untuk mengairi area persawahan. Bahwasannya mereka ingin melakukan panen 1 tahun 2 kali, namun terhalang oleh keterbatasan mengalirkan air pada musim kemarau dan fenomena el nino. Sedangkan di sekitar persawahan tersebut terdapat sungai besar sebagai sumber air permukaan yang dapat di manfaatkan untuk mengairi sawah-sawah disekitarnya.

Para petani disana tidak dapat mengalirkan air dari sungai dikarenakan jarak dan elevasi antara sungai dan persawahan yang lumayan tinggi, sehingga warga desa harus membangun sistem pompanisasi pengairan persawahan di Desa Jagapura Kulon.

Penelitian terdahulu yang dilakukan Fardin Hasibuan dan Idham Nabil Barisqy pada tahun 2023 melakukan penelitian dengan judul, "Perancangan pemasangan pompa air bersumber listrik tenaga matahari di persawahan Desa Siraisan." Pada penelitian ini sistem pengairan dilakukan karena jarak dari sumber air ke area persawahan yang cukup jauh dan elevasi dari sungai ke area persawahan yaitu 3 meter dengan luas area persawahan yang akan di aliri air 3 hektar [1].

Penelitian terdahulu yang dilakukan Jani f. Mandala, Agustinus S. Sampeallo, Kalvein R. Rantelobo, dan Hendro F. J. Lami pada tahun 2023 melakukan penelitian berjudul, "Peningkatan produksi dan pendapatan Tani Asti 50 dengan penggunaan mesin pompa serta sistem distribusi air di Kelurahan Naibonat." Pada penelitian ini sistem pengairan dilakukan karena kurangnya pasokan air ke area lahan pertanian disebabkan oleh jauhnya jarak sumber air dan memanfaatkan air tanah (sumur) dengan kedalaman ± 15 meter sampai ± 30 meter dan luas lahan 21 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 keberlanjutan.

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 uraian di atas, penelitian ini berfokus pada:

- 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 persawahan.

3. Tujuan

Tujuan dari laporan ini untuk menemukan solusi agar dapat memenuhi kebutuhan air pada area persawahan di Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon seluas 8.94 hektar melalui penerapan sistem pompanisasi. Berikut ini adalah tujuan penelitian:

- a) Merancang sistem pompanisasi untuk mengairi sawah sesuai dengan kebutuhan untuk mengoptimalkan waktu panen.
- b) Menyusun rencana anggaran biaya (RAB) pompanisasi pengairan persawahan Desa Jagapura Kulon.

4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini:

- a) Diharapkan kebutuhan air untuk tanaman padi selama musim kemarau dapat terpenuhi secara optimal.
- 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) Melakukan penelitian dengan membuat rancangan sistem pompanisasi dan jaringan perpipaan persawahan Desa Jagapura Kulon seluas 8.94 hektar.
- b) Melakukan penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2 melalui simulasi guna memperoleh hasil yang lebih akurat.
- c) Melakukan penelitian ini mencakup perancangan, analisis, dan penyusunan 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, software Garmin Basecamp, software EPANET 2.2 dan software Google Earth.

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 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 sebelumnya adalah dasar dari penelitian ini. Beberapa penelitian sebelumnya menjadi landasan penelitian ini adalah:

Penelitian 1, Fardin Hasibuan dan idham Nabil Barisqy (2023)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Fardin hasibuan dan Idham Nabil Barisqy pada tahun 2023 melakukan penelitian dengan judul, "Perancangan pemasangan pompa air bersumber listrik tenaga matahari di persawahan Desa Siraisan." Pada penelitian ini sistem pengairan dilakukan karena jarak dari sumber air ke area persawahan yang cukup jauh dan elevasi dari sungai ke area persawahan yaitu 3 meter dengan luas area persawahan yang akan di aliri air 3 hektar [1].

Penelitian 2, Jani f. Mandala, Agustinus S. Sampeallo, Kalvein R. Rantelobo, dan Hendro F. J. Lami (2023)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Jani f. Mandala, Agustinus S. Sampeallo, Kalvein R. Rantelobo, dan Hendro F. J. Lami pada tahun 2023 melakukan penelitian berjudul, "Peningkatan produksi dan pendapatan Tani Asti 50 dengan penggunaan mesin pompa serta sistem distribusi air di Kelurahan Naibonat." Pada penelitian ini sistem pengairan dilakukan karena kurangnya pasokan air ke area lahan pertanian disebabkan oleh jauhnya jarak sumber air dan memanfaatkan air tanah (sumur) dengan kedalaman ± 30 meter dan luas lahan 21 hektar [2].

Penelitian 3, M. Budi N. Rahman, Fitroh Anugrah K. Yudha, Rahmad K. Adi, Tri Wahyono (2021)

Penelitian terdahulu yang dilakukan M. Budi N. Rahman, Fitroh Anugrah K. Yudha, Rahmad K. Adi, Tri Wahyono 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 meter. Dimana sumber air yang lebih rendah dibanding area yang akan dialiri air seluas 10 hektar [3].

Penelitian 4, Amrullah, Vandi Prasetyo, Muh. Syahrir, Rustam efendi (2024)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Amrullah, Vandi Prasetyo, Muh. Syahrir, Rustam Efendi pada tahun 2024, dengan judul, "Kajian pemilihan pompa berdasarkan

karakteristik topografi untuk sawah padi di Desa Bulonglong.” Pada penelitian ini mengkaji pemilihan pompa dikarenakan terdapat perbedaan ketinggian dari sumber air ke area persawahan sebesar 1 meter dan luas persawahan yang akan dialiri air seluas 12 hektar [4].

Penelitian 5, Harya Pamungkas (2016)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Harya Pamungkas pada tahun 2016, dengan judul, “Perancangan 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 meter. Dimana sumber air yang lebih rendah dibanding area pemukiman yang akan dialiri air seluas 1 hektar [5].

Penelitian 6, Alexander Pakiding, Yulius Pakiding (2016)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Alexander Pakiding, Yulius Pakiding pada tahun 2016, dengan judul, “Pengairan sawah tepi aliran Sungai dengan pompa otomatis memanfaatkan tenaga aliran Sungai di Kabupaten Tana Toraja.” Pada penelitian ini sistem pengairan dilakukan karena terdapat perbedaan elevasi 3-10 meter. Dimana sumber air yang lebih rendah dari persawahan yang akan di aliri seluas 521 hektar [6].

Penelitian 7, Rawiyana Galih Anfasa, Elma Yulius, Sri Nurhayati, Eko Darma, Anita Setyowati Srie Gunarti, Fajar Prihesnanto (2023)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Rawiyana Galih Anfasa, Elma Yulius, Sri Nurhayati, Eko Darma, Anita Setyowati Srie Gunarti, Fajar Prihesnanto pada tahun 2023, dengan judul, “Optimasi sistem tata air pada daerah irigasi rawa (Food Estate) Dadahup Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah.” Pada penelitian ini sistem pengairan dilakukan karena terdapat perbedaan elevasi 0.6-1.53 meter. Dimana sumber air yang lebih rendah dari persawahan yang akan di aliri seluas 21.226 hektar [7].

Penelitian 8, Adhitya Priambudi (2017)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Adhitya Priambudi pada tahun 2017, dengan judul, “Studi alternatif pemanfaatan sumber mata air umbulan untuk sistem irigasi pada Kecamatan Winongan.” Pada penelitian ini sistem pompanisasi dilakukan karena terdapat perbedaan elevasi 90 meter. Dimana sumber air yang lebih rendah dari persawahan yang akan di aliri seluas 95.48 hektar [8].

Penelitian 9, Moch Asyrofi Maulana, Taty Alfiah (2021)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Moch Asyrofi Maulana, Taty Alfiah pada tahun 2021 dengan judul, “Sistem distribusi air minum unit nguling PDAM Giri Nawa Tirta

Pasuruan.” Pada penelitian ini sistem pompanisasi dilakukan karena terdapat perbedaan elevasi 10 meter. Dimana sumber air yang lebih rendah dari persawahan yang akan di aliri seluas 181.616 hektar [9].

Penelitian 10, Muh. Yunan, Tompobul dan Hanafi Ashad (2016)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Muh. Yunan, Tompobul dan Hanafi Ashad pada tahun 2016 dengan judul, “Studi kebutuhan air pembangunan jaringan irigasi Mare-mare Kabupaten Selayar.” Pada penelitian ini sistem pompanisasi dilakukan karena terdapat perbedaan elevasi 3 meter. Dimana sumber air yang lebih rendah dari persawahan yang akan di aliri seluas 30.6 hektar [10].

Penelitian 11, I Ketut Soriarta dan I Putu Dwikarna Putra (2025)

Penelitian terdahulu yang dilakukan yang dilakukan I Ketut Soriarta, I Putu Dwikarna Putra pada tahun 2025, dengan judul, “Analisis sistem penyediaan air minum malet Kecamatan Susu 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 meter dan area pemukiman untuk penyediaan air seluas 4931 hektar [11].

2. Definisi pengairan

Pengairan adalah proses penyediaan air secara teratur melalui saluran atau bangunan untuk mengalirkan air ke lahan pertanian, serta membuang air yang tidak diperlukan setelah digunakan secara optimal. Penggunaan dan pengelolaan sumber air yang efisien untuk memastikan ketersediaan air yang cukup bagi pertumbuhan tanaman padi juga merupakan bagian integral dari sistem pengairan. Apabila terdapat kelebihan air dalam tanah, pembuangan air yang berlebih perlu dilakukan untuk mencegah gangguan terhadap pertumbuhan tanaman. Salah satu faktor kunci dalam keberhasilan pertanian dan budidaya tanaman adalah penerapan sistem irigasi yang efektif dan efisien [12].

Tujuan utama dari irigasi adalah untuk menyediakan air secara teratur dan sesuai dengan kebutuhan tanaman, terutama pada kondisi di mana jumlah air yang tersedia di tanah tidak mencukupi untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. Kualitas air yang diberikan juga memiliki peranan penting, yang dipengaruhi oleh cara penggunaan air tersebut untuk mencapai kondisi kelembapan tanah yang ideal bagi pertumbuhan tanaman [13].

Pengairan sawah

Sawah irigasi merupakan jenis lahan pertanian yang memperoleh pasokan air melalui sistem irigasi teknis yang terstruktur. Sumber air irigasi ini umumnya berasal dari bendungan atau waduk yang telah dirancang untuk mendukung kegiatan pertanian. Dengan dukungan irigasi teknis, petani dapat melakukan panen padi sebanyak dua hingga tiga kali dalam setahun. Beberapa keuntungan dari penggunaan sistem irigasi teknis antara lain: Pengairan lebih tertata.

- a) Pengelolaan air yang lebih sistematis.
- b) Pemberian air dapat dijadwalkan secara teratur.
- c) Infrastruktur irigasi seperti saluran air dibangun dan dirawat oleh pemerintah.
- d) Petani memiliki pedoman dalam penjadwalan dan pengelolaan lahan.
- e) Pembagian dan distribusi air dilakukan secara tertib dan efisien.

Secara umum, lahan sawah di Indonesia diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama, yaitu:

- a) Sawah irigasi, yakni lahan pertanian yang memperoleh pengairan secara teratur melalui saluran irigasi dan tidak bergantung pada curah hujan. Air irigasi biasanya bersumber dari sungai atau waduk. Sistem ini memungkinkan petani untuk melakukan dua kali panen padi dalam setahun dan pada musim kemarau dapat dimanfaatkan untuk menanam tanaman palawija seperti jagung dan kacang-kacangan.
- b) Sawah tadah hujan, yaitu lahan pertanian yang hanya memperoleh air dari curah hujan dan sangat bergantung pada musim. Pada musim hujan, sawah ini ditanami padi jenis gogoranch, sedangkan pada musim kemarau biasanya dialihkan untuk budidaya tanaman seperti jagung atau kacang-kacangan.
- c) Sawah pasang surut, yaitu jenis sawah yang pengairannya dipengaruhi oleh fluktuasi muka air permukaan akibat pasang surut sungai. Ketika air pasang, sawah akan tergenang dan cocok untuk penanaman padi. Sebaliknya, saat air surut, lahan mengering dan tetap dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian [14].

Varietas padi lokal di Asia Tenggara, termasuk Indonesia, umumnya memiliki masa pertumbuhan yang lebih panjang dibandingkan varietas unggul modern. Umur panen varietas lokal tersebut berkisar antara 125 hingga 150 hari, yang berkontribusi terhadap ketahanan tanaman, kualitas beras yang lebih baik, namun dengan konsekuensi masa tanam yang lebih lama dan kebutuhan manajemen yang lebih intensif [15].

Percobaan menunjukkan bahwa kedalaman air 5 cm optimal pada fase vegetatif hingga awal generatif, sedangkan 10 cm lebih tepat pada fase generatif sampai pematangan untuk memaksimalkan hasil panen [16].

3. Definisi sistem perpipaan

Secara garis besar sistem perpipaan diartikan sebagai bagian utama sistem yang dapat menghubungkan titik dimana fluida ditampung ke titik pengeluaran semua. Sistem perpipaan memberikan energi tekanan agar *fluida* dapat bergerak dari suatu lokasi ke lokasi lain. Sistem perpipaan biasanya terdiri dari beberapa komponen seperti pipa, katup *flens*, nosel, *fitting (tee, elbow, end stub, cross)*, *instrument*, pengukur tekanan, dan lain-lain. Sistem perpipaan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari termasuk sistem instalasi *plumbing* di area persawahan [17].

4. Kebutuhan air sawah

Kebutuhan air irigasi ialah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Suatu pertumbuhan tanaman sangat dibatasi oleh ketersediaan air yang di dalam tanah. Kekurangan air akan mengakibatkan terjadinya gangguan aktifitas fisiologis tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman akan terhenti [18].

5. Sumber air

Sebagai sumber daya abiotik yang dapat diperbarui, air memiliki peran strategis dalam berbagai aspek kehidupan. Namun demikian, aspek ketersediaan, distribusi, sirkulasi, dan penyebarannya sering kali menjadi isu yang kompleks dan menimbulkan berbagai tantangan dalam pengelolaannya [19].

Ada sejumlah sumber air yang dapat digunakan:

a) Air tanah

Air tanah merupakan seluruh air yang tersimpan di dalam lapisan akuifer di bawah permukaan tanah, termasuk mata air yang muncul kembali ke permukaan. Sumber utama air tanah berasal dari air permukaan, seperti air hujan dan danau, yang meresap ke dalam tanah melalui daerah imbuhan dan selanjutnya mengalir ke dalam sistem akuifer [20].

b) Air permukaan

Air permukaan terdiri atas berbagai bentuk, termasuk air hujan yang tidak mengalami infiltrasi, serta limpasan, sungai, danau, dan rawa. Di antara jenis-jenis tersebut, sungai merupakan bentuk utama air permukaan yang berperan sebagai sumber air penting dan banyak dimanfaatkan. Sungai digunakan untuk berbagai keperluan, seperti irigasi pertanian, kebutuhan industri, penyediaan air rumah tangga, serta mendukung aktivitas di wilayah perkotaan maupun perdesaan. Selain fungsi ekonomisnya, sungai juga memiliki peran ekologis yang vital dalam menunjang kelangsungan hidup berbagai organisme dalam suatu ekosistem [21].

c) Air hujan

Air hujan adalah salah satu sumber air bersih yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia seperti minum, mencuci, memasak, menyiram tanaman, dan kebutuhan sanitasi lainnya. Namun, air hujan sering diabaikan dan terbuang sebagai limpasan permukaan tanpa dimanfaatkan sepenuhnya [22].

6. Genset

Genset (generator set) merupakan seperangkat peralatan yang berfungsi untuk menghasilkan energi listrik. Umumnya, genset terdiri dari dua komponen utama, yaitu generator sebagai pembangkit listrik dan mesin diesel sebagai penggerak mekanis yang memutar generator tersebut [23].

Secara umum, genset adalah sebuah perangkat yang mengintegrasikan mesin penggerak dan generator listrik dalam satu unit. Mesin penggerak ini berfungsi untuk mengonversi berbagai jenis bahan bakar, seperti bensin, solar, atau gas alam, menjadi energi mekanik, yang kemudian terjadi perubahan listrik oleh generator.

7. Pompa

Pompa merupakan perangkat yang berfungsi untuk memindahkan fluida, seperti air, dari satu tempat ke tempat lainnya melalui proses pengaliran. Dalam proses ini, peningkatan tekanan pada fluida diperlukan untuk mengatasi hambatan-hambatan yang mungkin timbul selama perpindahan. Standar teknis terkait pompa telah diatur dan diakui oleh *American national standards institute* (ANSI) sebagai bagian dari standar nasional yang digunakan secara luas [24].

Pompa submersible adalah kumpulan pompa sentrifugal bertingkat yang bekerja dengan tenaga listrik dari permukaan. Energi potensial yang dihasilkan oleh putaran impeller diubah menjadi energi kinetis oleh pompa ini. Energi potensial ini memanfaatkan untuk mendorong air atau aliran dari sumbernya ke atas permukaan. Ketika impeller berputar di dalam casing atau rumah pompa, ini terjadi [25].

8. Pipa

Pipa adalah saluran tertutup yang mengalir fluida atau energi, atau keduanya. Pipa biasanya didefinisikan berdasarkan diameter luarnya, tetapi pipa biasanya didefinisikan berdasarkan ukuran nominalnya. Pipa adalah alat yang sangat penting untuk bisnis karena dapat mengalirkan berbagai jenis fluida, termasuk fluida cair dan gas, dengan berbagai temperatur dan tekanan selain itu, jenis fluida yang akan dialirkan melalui pipa dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Perpipaan adalah bahwa mendistribusikan air bersih dengan tekanan yang tepat ke lokasi yang diinginkan dan juga dapat mengeluarkan air kotor dari lokasi tertentu tanpa melepaskan komponen penting. Karena bentuknya yang menyerupai silinder dengan lubang di tengahnya. Fluida memiliki sistem aliran bertekanan yang membutuhkan penggunaan alat atau zat bertekanan lainnya [26].

9. Software EPANET 2.2

EPANET 2.2 adalah perangkat lunak yang memiliki fungsi dalam memvisualisasikan aliran hidrolis dalam jaringan pipa terdiri dari berbagai komponen, termasuk pipa, *node* (titik koneksi pipa), pompa, katup, dan tangki air atau *reservoir*. Program ini memodelkan aliran air pada setiap pipa, kondisi tekanan pada setiap pipa selama masa pengaliran termasuk hidrolis head di setiap titik, tekanan, kecepatan, dan unit headloss [27].

10. Software Google Earth

Google earth adalah aplikasi pemetaan dan citra satelit yang dapat di akses dengan mudah. Aplikasi ini menyajikan peta bumi meliputi topografi, serta berbagai elemen seperti jalur, bangunan dan informasi geografis lainnya yang dapat di-overlay. Sebagai salah satu aplikasi pemetaan interaktif, Google earth menawarkan representasi digital dari sebuah globe yang dilengkapi dengan beragam fitur, termasuk pembaruan data dan penyimpanan peta historis. Aplikasi ini bermanfaat karena memungkinkan pengamatan area secara horizontal dan vertikal tanpa bersentuhan langsung dengan area yang diteliti. Selain itu, Google earth memberi pengguna kesempatan untuk melihat dan mempelajari dunia melalui globe virtual [28].

11. Software Garmin Basecamp

Basecamp garmin adalah aplikasi dekstop yang dirancang khusus untuk berkolaborasi dengan perangkat garmin. Aplikasi ini memudahkan pengguna dalam merencanakan perjalanan di luar ruangan, *waypoint*, rute, dan file trek, serta memanfaatkan peta topografi yang lebih rinci yang tersedia di perangkat garmin mereka. Dengan basecamp, pengguna dapat menciptakan, merencanakan, dan mengedit perjalanan, baik untuk hiking, bersepeda, berkendara, atau aktivitas luar ruangan.

Basecamp dapat digunakan dengan berbagai model perangkat garmin, termasuk GPS handheld, perangkat navigasi kendaraan, dan sejumlah perangkat kebugaran garmin. Aplikasi ini memfasilitasi pengguna dalam mengunduh peta, merencanakan rute, dan mengelola data perjalanan secara terorganisir. Dalam hal ini memberikan manfaat besar bagi para pecinta aktivitas luar ruangan yang mencari alat untuk merencanakan perjalanan dengan aman dan efisien.

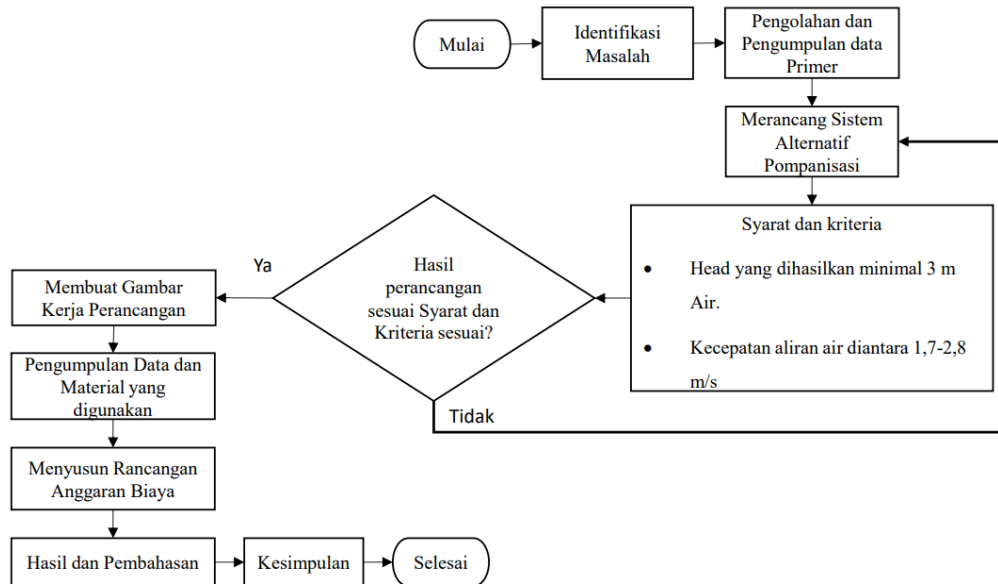
12. Garmin GPSMAP 65s

Garmin GPSMAP 65s adalah perangkat GPS portable yang dirancang khusus untuk aktivitas luar ruangan seperti hiking, *geocaching*, berkemah, dan ekspedisi. Sebagai bagian dari jajaran perangkat premium garmin, GPSMAP 65s menawarkan berbagai fitur canggih yang mempermudah navigasi di medan yang menantang. Dengan berbagai fitur ini, Garmin GPSMAP 65s menjadi pilihan ideal bagi para petualang yang membutuhkan perangkat navigasi handal [29].

BAB III METODOLOGI

1. Tahapan penelitian

Berikut adalah tahapan penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

A. Identifikasi masalah

Dalam identifikasi masalah ini, dilakukan diskusi dengan pihak desa dan masyarakat, khususnya para petani, untuk mendengarkan keluhan kesah serta permasalahan yang umum terjadi pada saat menanam padi di musim kemarau dan menghadapi fenomena el nino. Berdasarkan hasil diskusi tersebut, diperoleh beberapa permasalahan utama sebagai berikut:

a) Kurangnya pasokan air ke area persawahan pada musim kemarau dan fenomena el nino

Kekurangan air untuk setiap lahan persawahan selama musim kemarau dan fenomena *el nino* menyebabkan kekeringan berkelanjutan, kurangnya ketersediaan air untuk irigasi dan berdampak besar pada produksi pertanian. Berikut adalah beberapa penjelasan dalam identifikasi masalah ini:

- Kurangnya ketersediaan air untuk irigasi

Sumber air yang digunakan untuk irigasi seperti sungai dan waduk, dapat mengalami penurunan debit yang signifikan selama musim kemarau dan fenomena

el nino. Hal ini dapat menyebabkan kesulitan dalam menyediakan air ke area persawahan.

- Keterbatasan pada infrastruktur irigasi

Masalah ini juga dapat disebabkan oleh infrastruktur irigasi yang sudah tua dan tidak efisien. Pipa yang bocor atau saluran yang terhambat mengurangi kemampuan sistem yang mengatur distribusi air. Masalah pasokan air dapat menjadi lebih buruk di beberapa daerah jika tidak ada sistem pengolahan irigasi yang baik.

b) Tingginya elevasi dari sungai ke area persawahan

Jika elevasi sungai lebih rendah dari area persawahan akan menjadi sulit untuk mengalirkan air. Hal ini karena elevasi dari sungai ke sawah mempengaruhi distribusi dan efisiensi penggunaan air. Berikut adalah beberapa penjelasan masalah ini:

- Keterbatasan gravitasi untuk mengalirkan air

Air sulit mengalir ke area persawahan dikarenakan kurangnya gaya gravitasi untuk mengalirkan air dari elevasi yang rendah ke elevasi yang tinggi. Sistem irigasi berbasis gravitasi, seperti saluran terbuka, biasanya tidak dapat diandalkan pada saat perbedaan elevasi yang signifikan.

- Biaya operasional untuk menjalankan pompa

Untuk mengalirkan air dari sungai ke area persawahan diperlukan pompa jika terdapat perbedaan elevasi yang terlalu tinggi. Biaya operasional pompa yang besar seperti bahan bakar, listrik dan pemeliharaan pompa. Dapat menimbulkan beban bagi para petani.

c) Petani mempunyai keinginan panen satu tahun dua kali

- Petani mengharapkan peningkatan hasil produksi

Untuk mencapai hal ini, beberapa syarat harus terpenuhi agar sistem pertanian beroperasi dengan baik. Hal ini berkaitan dengan ketersediaan air, dan manajemen irigasi.

- Ketersediaan air yang cukup untuk area persawahan

Penanaman dua kali dalam setahun membutuhkan pasokan air yang cukup, terutama selama musim kemarau dan fenomena el nino. Sehingga memerlukan sistem irigasi yang efisien dan dapat digunakan sepanjang tahun. Jika pasokan air

hanya bergantung pada air hujan atau sistem irigasi yang tidak memadai, ini dapat menjadi hambatan yang signifikan.

- Manajemen irigasi

Untuk memastikan distribusi air yang efisien dan memenuhi kebutuhan air ke lahan pertanian. Manajemen irigasi adalah proses perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian sumber daya air. Tujuan manajemen irigasi yang baik mencakup pengolahan saluran, pengendalian air, pemilihan teknologi irigasi, dan pemanfaatan sumber daya air secara optimal.

B. Pengolahan data primer

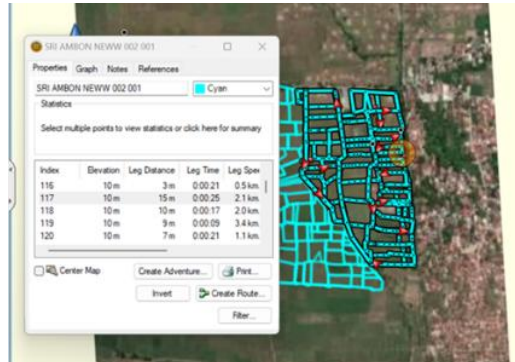
a) Tracking

Tracking area persawahan merupakan proses pemantauan kondisi lahan pertanian dengan memanfaatkan teknologi modern. Tujuan utama kegiatan ini adalah untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, serta mengelola sumber daya secara berkelanjutan. Setelah menentukan dan meninjau lokasi persawahan, dilakukan proses tracking area menggunakan Garmin GPSMAP 65s. Alat ini memungkinkan pengguna untuk mengetahui jalur yang telah dilalui sehingga dapat menghindari pengulangan jalur yang sama. Selain itu, perangkat ini dilengkapi dengan fitur *waypoint* yang berfungsi untuk menandai titik yang telah dilewati, serta fitur *marking* yang memungkinkan penamaan titik yang ditandai. Fitur-fitur tersebut sangat membantu dalam menelusuri area persawahan, baik dari batas lahan hingga ke setiap petak sawah. Lebih lanjut, perangkat ini juga dapat menampilkan data elevasi jalur yang dilalui, sehingga sangat mendukung proses perancangan, misalnya dalam menentukan penempatan jalur pipa maupun persimpangan pipa. Proses tracking area persawahan dimulai dari sumber air kemudian dilanjutkan hingga ke setiap petak sawah, sehingga tidak ada area yang terlewatkan. Dengan demikian, data yang diperoleh dapat memberikan hasil yang lebih akurat dan dapat digunakan sebagai dasar dalam perancangan sistem irigasi yang efektif.



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

b) Pengukuran lebar Sungai

Pengukuran lebar sungai adalah salah satu syarat untuk menghitung debit sungai. Dalam melakukan pengukuran lebar sungai ini menggunakan metode sederhana, pertama-tama menentukan lokasi sungai yang akan di ukur, selanjutnya membuat patok dari kayu yang disimpan di dua sisi pada pinggir sungai yang sejajar, kemudian tali dibentangkan diantara dua kayu yang bersebrangan, dan yang terakhir membuat dua patok yang sejajar dengan jarak antara patok yaitu 15 meter.



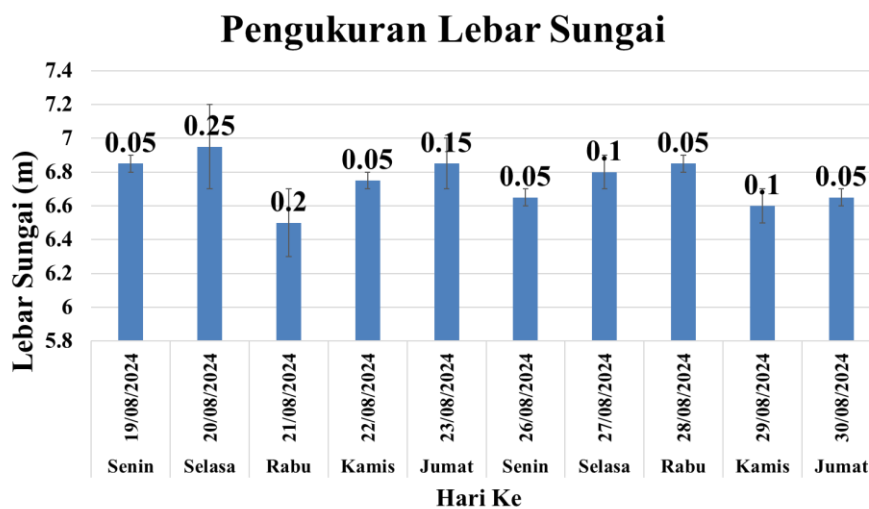
Gambar 4. Pengukuran lebar sungai

Setelah melakukan pengukuran lebar sungai pada pagi dan sore hari selama sepuluh hari berturut-turut, diperoleh hasil yang ditampilkan pada tabel di bawah ini. Data tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui variasi lebar sungai akibat perbedaan waktu pengukuran serta kondisi hidrologis yang memengaruhi perubahan aliran.

Tabel 1. Data hasil pengukuran lebar sungai

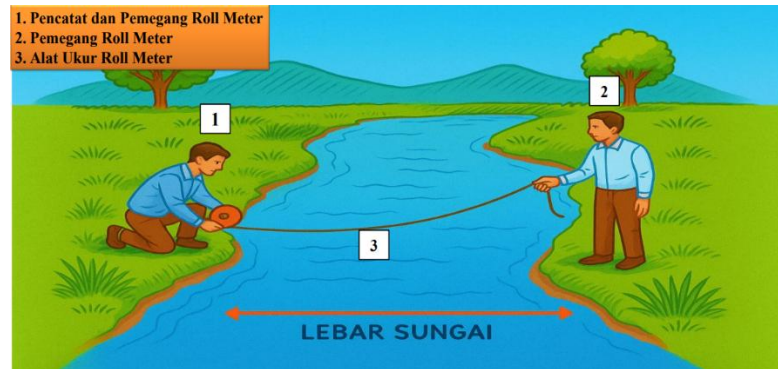
Data Hasil Pengukuran Lebar Sungai						
Hari	Tanggal	Pagi	Sore	Rata-rata	Uncertainty	Persentase
Senin	19/08/2024	6.90	6.80	6.85	0.05	0.73%
Selasa	20/08/2024	7.20	6.70	6.95	0.25	3.60%
Rabu	21/08/2024	6.30	6.70	6.50	0.20	3.08%
Kamis	22/08/2024	6.80	6.70	6.75	0.05	0.74%
Jumat	23/08/2024	6.70	7.00	6.85	0.15	2.19%
Senin	26/08/2024	6.60	6.70	6.65	0.05	0.75%
Selasa	27/08/2024	6.90	6.70	6.80	0.10	1.47%
Rabu	28/08/2024	6.80	6.90	6.85	0.05	0.73%
Kamis	29/08/2024	6.70	6.50	6.60	0.10	1.52%
Jumat	30/08/2024	6.60	6.70	6.65	0.05	0.75%
Rata-rata pengukuran lebar sungai selama 10 hari				6.75	0.23	3.34%

Data hasil pengukuran lebar sungai yang telah didapatkan selama 10 hari mendapatkan rata-rata pada pagi hari yaitu 6.75 meter dan pada sore hari yaitu 6.74 meter dengan uncertainty ke atas dan ke bawah yang terkecilnya yaitu 0.05 meter dan yang terbesarnya 0.25 meter. Dan total ketidakpastiannya 3.34%.



Gambar 5. Grafik pengukuran lebar Sungai

Grafik hasil pengukuran lebar sungai selama 10 hari pada pagi hari mendapatkan rata-rata 6.75 meter dan pada sore hari yaitu 6.74 meter dengan uncertainty ke atas dan ke bawah yaitu yang paling kecil 0.05 meter dan yang paling besar 0.25 meter, dan total ketidakpastiannya 3.34%. Di bawah ini adalah gambar sketsa pengukuran lebar sungai.



Gambar 6. Sketsa pengukuran lebar sungai

c) Pengukuran waktu tempuh bola pingpong dari penampang 1 ke penampang 2

Pengukuran waktu tempuh bola pingpong dilakukan dengan metode sederhana menggunakan bola pingpong. Dalam pelaksanaannya, ditentukan tiga penampang melintang sungai yang memiliki kestabilan kecepatan arus pada tiga titik. Titik awal dan akhir pengukuran ditentukan secara jelas. Selanjutnya, waktu tempuh bola pingpong diukur menggunakan metode sederhana, yakni dengan melepaskan bola pingpong sebagai benda apung di titik awal dan menghitung menggunakan stopwatch hingga bola tersebut melintasi titik akhir.



Gambar 7. Pengukuran waktu tempuh bola pingpong

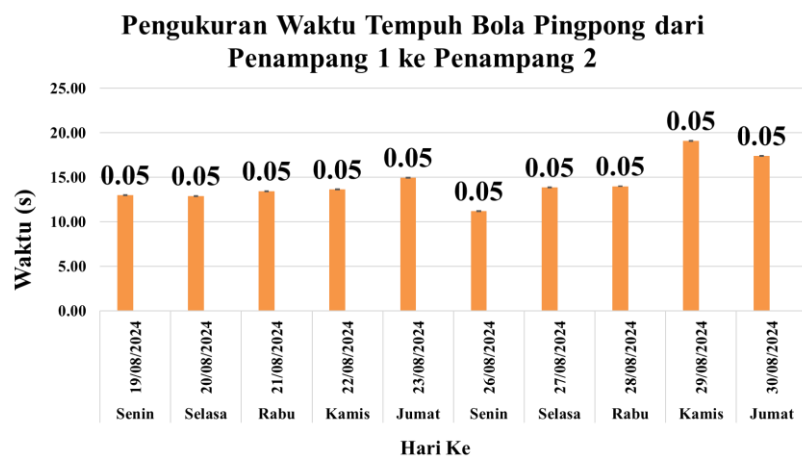
Setelah melakukan pengukuran selama sepuluh hari, langkah selanjutnya adalah menyusun tabel data hasil pengukuran. Hal ini untuk mempermudah proses analisis,

memvisualisasikan variasi data yang diperoleh, serta menjadi dasar dalam menarik kesimpulan terkait kondisi lapangan yang diamati.

Tabel 2. Data hasil pengukuran waktu tempuh bola pingpong

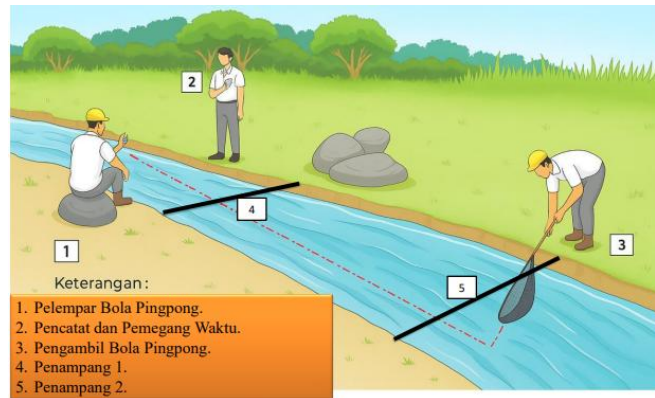
Data Hasil Pengukuran Waktu Tempuh Bola Pingpong Dari Penampang 1 Ke Penampang 2				
Hari	Tanggal	Waktu	Uncertainty	Presentase
Senin	19/08/2024	13.00	0.05	0.38%
Selasa	20/08/2024	12.91	0.05	0.39%
Rabu	21/08/2024	13.45	0.05	0.37%
Kamis	22/08/2024	13.63	0.05	0.37%
Jumat	23/08/2024	14.97	0.05	0.33%
Senin	26/08/2024	11.19	0.05	0.45%
Selasa	27/08/2024	13.86	0.05	0.36%
Rabu	28/08/2024	14.00	0.05	0.36%
Kamis	29/08/2024	19.11	0.05	0.26%
Jumat	30/08/2024	17.40	0.05	0.29%
Rata-rata pengukuran waktu tempuh bola pingpong dari penampang 1 ke penampang 2 selama 6 hari		13.47	0.55	4.05%

Data hasil pengukuran selama 6 hari mendapatkan rata-rata 13.47 s, dengan uncertainty ke atas dan kebawah perharinya yaitu 0.05 s dan total ketidakpastian selama 6 hari 4.05%.



Gambar 8. Grafik pengukuran waktu tempuh bola pingpong

Berikut disajikan sketsa hasil pengukuran waktu tempuh bola pingpong dari penampang 1 menuju penampang 2. Sketsa ini memberikan gambaran visual mengenai proses pengukuran sehingga memudahkan pembaca dalam memahami metode yang diterapkan serta hubungan antara jarak penampang dengan waktu tempuh yang diperoleh.



Gambar 9. Sketa pengukuran waktu tempuh bola pingpong

d) Pengukuran kedalaman sungai penampang ke 1

Pengukuran kedalaman sungai bertujuan untuk mengetahui ketinggian air dibawah permukaan air. Proses ini dilakukan dengan metode sederhana yaitu menggunakan kayu sebagai alat untuk mengetahui kedalaman sungai kemudian meteran untuk mengukur kayu. Dalam langkah pertama, menentukan beberapa lokasi penampang yang akan diukur kedalamannya. Kemudian menentukan lokasi dengan mempertimbangkan kedalaman sungai yang sama dan jarak antara penampang satu ke penampang lainnya yaitu 15 meter, untuk mendapatkan hasil yang akurat. Setelah lokasi pengukuran ditentukan kemudian membagi menjadi dua penampang. Pengukuran ini dilakukan selama 10 hari. Dalam pengukuran ini menggunakan metode sederhana dengan membentangkan tali. Setelah itu, menandai tali dari pinggir sampai ujung sungai kemudian mengukur panjang tali yang telah ditandai menggunakan meteran.



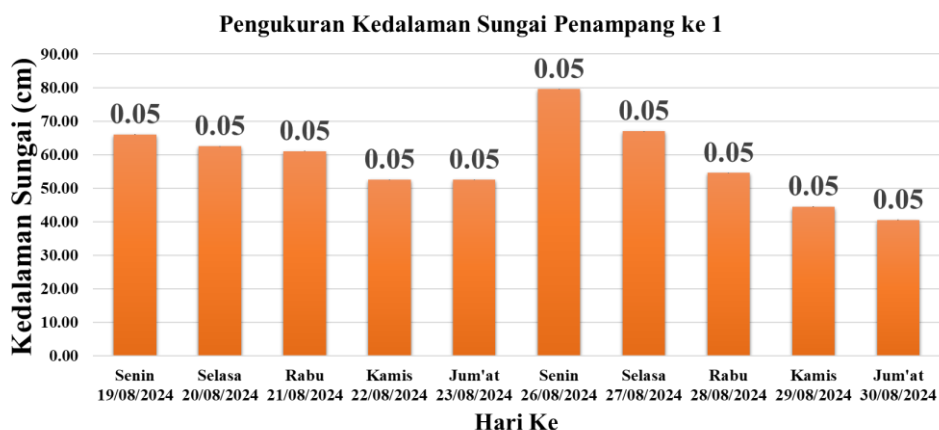
Gambar 10. pengukuran kedalaman sungai

Setelah melakukan pengukuran selama sepuluh hari, data yang diperoleh kemudian disusun ke dalam bentuk tabel. Penyusunan tabel ini bertujuan untuk mempermudah proses pengolahan data, memberikan gambaran yang lebih terstruktur, serta mendukung keakuratan analisis yang akan dilakukan pada tahap berikutnya

Tabel 3. Data hasil pengukuran kedalaman sungai penampang 1

DATA HASIL PENGUKURAN KEDALAMAN SUNGAI (cm)				
HARI	TANGGAL	KEDALAMAN (cm)	UNCERTAINTY	PERSENTASE
Senin	19/08/2024	66.00	0.05	0.08%
Selasa	20/08/2024	62.50	0.05	0.08%
Rabu	21/08/2024	61.00	0.05	0.08%
Kamis	22/08/2024	52.50	0.05	0.10%
Jumat	23/08/2024	52.50	0.05	0.10%
Senin	26/08/2024	79.50	0.05	0.06%
Selasa	27/08/2024	67.00	0.05	0.07%
Rabu	28/08/2024	63.00	0.05	0.08%
Kamis	29/08/2024	44.50	0.05	0.11%
Jumat	30/08/2024	40.50	0.05	0.12%
Rata-rata Pengukuran Kedalaman Sungai Penampang ke 1 Selama 5 Hari		63.90	3.00	4.69%

Data hasil pengukuran kedalaman sungai penampang ke 1 selama 5 hari mendapatkan rata-rata 63.90 cm, dengan uncertainty ke atas dan kebawah perharinya yaitu 0.05 cm dan total ketidakpastian selama 5 hari 4.69%.



Gambar 11. Grafik pengukuran kedalaman sungai penampang ke 1

Gambar berikut merupakan sketsa hasil pengukuran kedalaman sungai pada penampang ke 1. Sketsa ini digunakan untuk memberikan gambaran visual mengenai kondisi penampang sungai sehingga memudahkan analisis hidraulik yang dilakukan pada tahap selanjutnya.



Gambar 12. Sketsa pengukuran kedalaman sungai penampang ke 1

e) Perhitungan kecepatan aliran sungai

Perhitungan kecepatan aliran sungai dapat dilakukan jika pengukuran sebelumnya telah selesai. Meliputi pengukuran waktu tempuh bola pingpong penampang 1 ke penampang 2, lebar sungai, dan kedalaman sungai. Perhitungan kecepatan aliran sungai berfungsi untuk mengetahui laju aliran pada sungai tersebut.

$$v = \frac{S}{t} \quad (1)$$

$$v = \frac{15}{13.47}$$

$$v = 1.11 \text{ m/s}$$

Keterangan:

v = Kecepatan aliran (m/s)

S = Jarak (m)

t = Waktu tempuh (s)

Dengan demikian, laju aliran diperoleh dari hasil perhitungan jarak dibagi waktu, sehingga didapatkan kecepatan aliran sebesar 1.11 m/s. Nilai kecepatan tersebut

mencerminkan kondisi aliran pada saat pengukuran dilakukan dan menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut mengenai karakteristik hidraulika aliran sungai yang diamati.

f) Perhitungan debit sungai

Perhitungan debit dapat dilakukan jika pengukuran sebelumnya telah selesai. Meliputi pengukuran lebar sungai, kecepatan aliran sungai dan kedalaman sungai. Perhitungan debit berfungsi untuk mengetahui volume air sungai pada hari pertama pengukuran sampai dengan hari kesepuluh, yang nantinya bisa mengetahui rata-rata debit sungai selama sepuluh hari.

$$Q = v \times L \times h \quad (2)$$

$$Q = 1.11 \times 6.75 \times 0.64$$

$$Q = 4.80 \text{ m}^3/\text{s}$$

Keterangan:

Q = Debit aliran (m^3/s)

v = Kecepatan aliran air (m/s)

L = Lebar sungai (m^2)

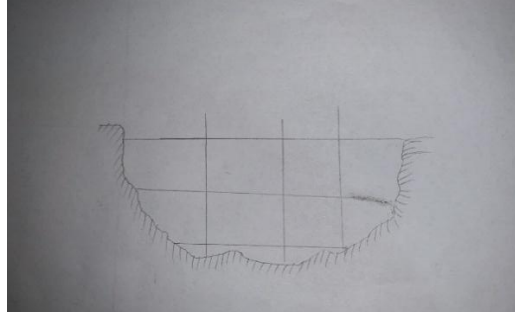
h = Kedalaman (cm)

Data hasil perhitungan debit air Sungai mendapatkan hasil $4.80 \text{ m}^3/\text{s}$ atau 288000 l/min. Pengukuran debit baiknya dilakukan menggunakan alat ukur *current meter flowatch*. Tujuannya untuk mendapatkan hasil yang akurat, dan juga dapat dilakukan pada beberapa kedalaman.



Gambar 13. *Current meter flowatch*

Gambar berikut merupakan sketsa kedalaman sungai beserta pengukuran debit air. Kotak-kotak pada gambar tersebut menunjukkan beberapa titik lokasi pengukuran kedalaman yang digunakan sebagai acuan dalam analisis data.

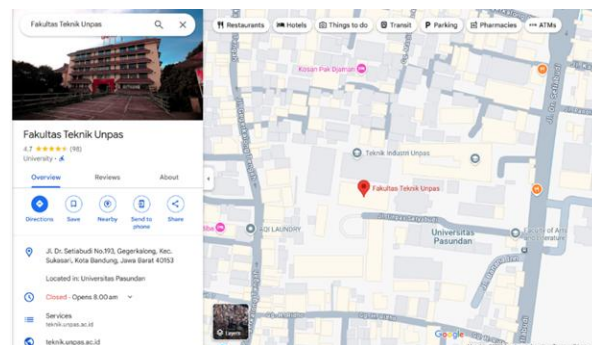


Gambar 14. Sketsa lokasi kedalaman sungai dan pengukuran debit air

2. Tempat penelitian

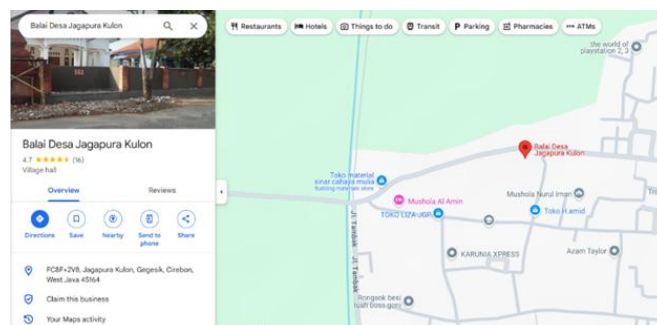
Penelitian ini dilakukan pada 2 tempat, yaitu:

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



Gambar 15. Lokasi Fakultas Teknik Universitas Pasundan

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



Gambar 16. Lokasi Desa Jagapura Kulon

3. Alat ukur yang digunakan

Pada penelitian ini menggunakan beberapa alat sebagai berikut:

Tabel 4. 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.

b) Roll meter

Pengukuran lebar dan kedalaman sungai dilakukan secara manual menggunakan alat roll meter. Alat ini memiliki resolusi pengukuran sebesar 0.1 cm dan jangkauan (range) hingga 20 meter.

c) Stopwatch handphone

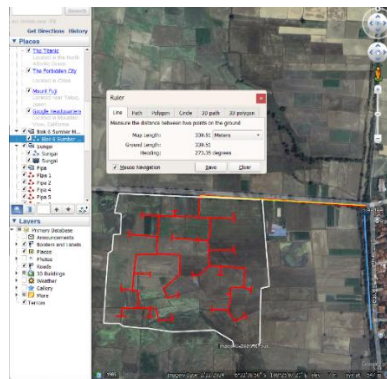
Pengukuran waktu tempuh aliran dilakukan dengan metode tracer menggunakan bola pingpong yang dilepaskan pada penampang sungai pertama dan dicatat waktu kedatangannya pada penampang kedua. Pengukuran waktu dilakukan menggunakan stopwatch digital bawaan handphone dengan satuan detik, resolusi pengukuran 0.1 detik, dan rentang waktu hingga 60 menit.

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 GPS MAP 65s, kalibrasi, membuat simulasi perancangan di software EPANET 2.2, membuat anggaran biaya dan membahas hasil penelitian.

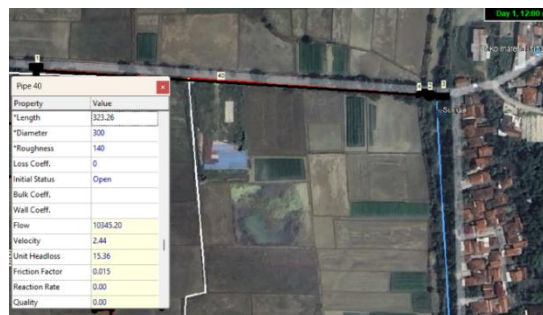
1. Kalibrasi

Kalibrasi adalah proses penyesuaian atau pemeriksaan 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 akan diukur, kemudian ukur menggunakan fitur penggaris pada Google Earth. Bisa dilihat dari gambar di bawah ini.



Gambar 17. 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 18. Pengukuran menggunakan software EPANET 2.2

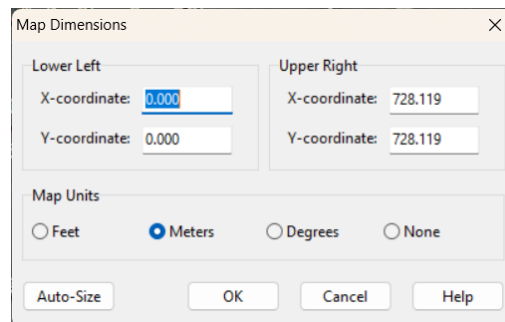
Setelah dilakukan pengukuran menggunakan perangkat lunak Google Earth dan EPANET 2.2, data yang diperoleh kemudian dihitung dengan menggunakan rumus yang ditampilkan pada bagian berikut. Perhitungan ini bertujuan untuk memperoleh nilai parameter hidraulika yang lebih akurat, sehingga dapat dijadikan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

Jarak asli pada Google Earth = 339.47 meter

Jarak pada EPANET 2.2 = 4662.29 meter

$$\begin{aligned}
 \text{Kalibrasi panjang} &= \frac{\text{Jarak asli pada software Google Earth}}{\text{Jarak pada Software EPANET 2.2}} \times 10000 \quad (3) \\
 &= \frac{339.47}{4662.29} \times 10000 \\
 &= 728.119 \text{ (hasil kalibrasi)}
 \end{aligned}$$

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 19. Memasukan hasil kalibrasi pada map dimension EPANET 2.2

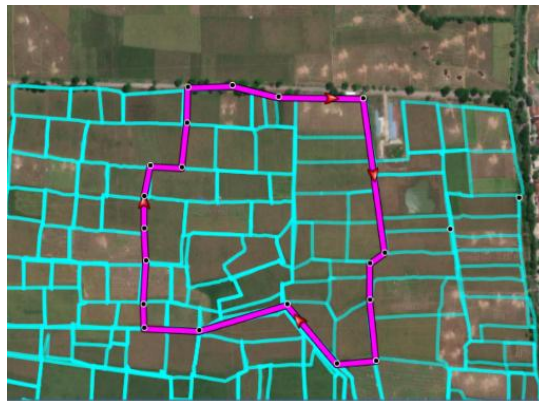
Setelah selesai melakukan kalibrasi, tahap selanjutnya adalah memulai proses perancangan sistem. Proses ini dilakukan dengan mempertimbangkan data hasil kalibrasi agar rancangan yang dibuat lebih akurat serta sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan.

2. Membuat jalur dan memuat data elevasi dari software Basecamp

Setelah melakukan pengukuran, menampilkan hasil wilayah yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu 8.94 hektar.

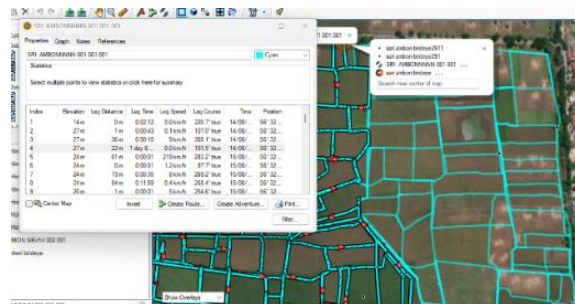


Gambar 20. Area penelitian blok 6



Gambar 21. Luas area penelitian

Pada gambar di atas terdapat jalur yang berwarna ungu adalah luas area penelitian seluas 8.94 hektar. Setelah memuat data wilayah yang akan dilakukan penelitian, langkah selanjutnya adalah membuat jalur perpipaan dengan mempertimbangkan elevasi antara 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 diukur dapat dilihat pada software Basecamp.



Gambar 22. Mencari data elevasi

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



Gambar 23. 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 hidrolika yang digunakan pada penelitian ini.

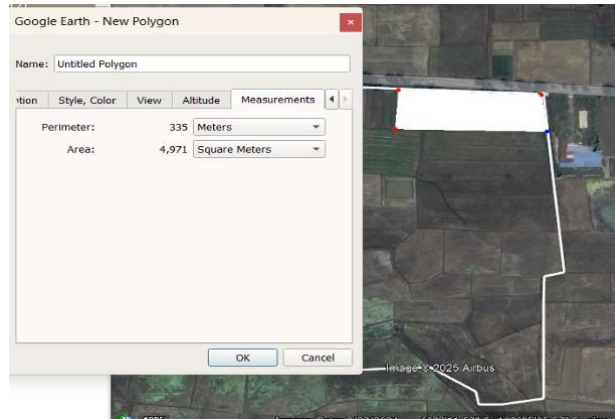


Gambar 24. Membuat jalur di Google Earth

Jalur perpipaan yang telah dibuat pada software Google Earth dengan mempertimbangkan elevasi yang telah diketahui. Pada garis berwarna biru menunjukan letak aliran sungai sedangkan garis yang berwarna merah adalah jalur perpipaan.

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 25. Mengukur luas area petak sawah

Pada Gambar 21 dapat dilihat bahwa luas area hasil pengukuran adalah sebesar 4971 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 [30]. Untuk mendapatkan nominal kebutuhan air atau *base demand*, nominal referensi sebelumnya harus dikalikan dengan luas petak sawah serta dikalikan dengan penguapan serta penyerapan.



Gambar 26. Jumlah petak sawah

Setelah menentukan jumlah petak sawah yang akan 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 5. Data hasil perhitungan *base demand*

Kebutuhan air	1	l/s/ha
	60	l/min/ha
Luas	8.94	ha
	536.4	l/min/ha
1 Hektar	10000	m ²
Kebutuhan air	0.054	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.

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

Keterangan:

Bd = *Base demand* (l/min)

L = Luas petak sawah (m²)

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

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

Keterangan:

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

Bd = *Base demand* (l/min)

Base demand (l/min) adalah kebutuhan air yang dihasilkan dari per kalian 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 6. Kebutuhan air petak sawah

Petak	Luas (m ²)	Base demand (l/min)	Base demand total (l/min)
1	4951	265.6	332.0
2	2885	154.8	193.4
3	2526	135.5	169.4
4	3737	200.5	250.6
5	1860	99.8	124.7
6	1058	56.8	70.9
7	2289	122.8	153.5
8	3103	166.4	208.1
9	1813	97.2	121.6
10	1067	57.2	71.5
11	1205	64.6	80.8
12	2256	121.0	151.3
13	1682	90.2	112.8
14	1998	107.2	134.0
15	2083	111.7	139.7
16	856	45.9	57.4
17	2018	108.2	135.3
18	2215	118.8	148.5
19	1523	81.7	102.1
20	2363	126.8	158.4
21	2870	153.9	192.4
22	343	18.4	23.0
23	391	21.0	26.2
24	1078	57.8	72.3
25	3791	203.3	254.2
26	3290	176.5	220.6
27	2540	136.2	170.3
28	2281	122.4	152.9
29	1052	56.4	70.5
30	3401	182.4	228.0
31	1334	71.6	89.4
32	1894	101.6	127.0
33	2965	159.0	198.8
34	4186	224.5	280.7
35	2404	129.0	161.2
36	1642	88.1	110.1
37	1049	56.3	70.3
Total			5363.9

Total kebutuhan air pada Blok 6 dengan luas area sebesar 8.94 hektar adalah sebesar 5363.9 liter per menit atau setara dengan 89.398 liter per detik. 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

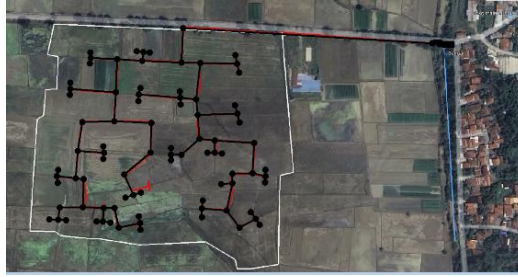
Metode penempatan pompa yang digunakan terdapat dua cara, pertama metode parallel yang digunakan untuk menaikkan volume air yang lebih besar. Kedua metode seri yang digunakan untuk menaikkan *head* atau daya dorong pompa.

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*).

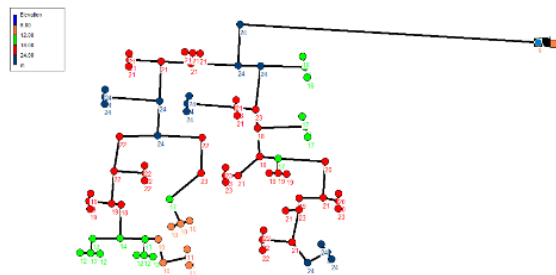
A. Desain alternatif pertama

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.



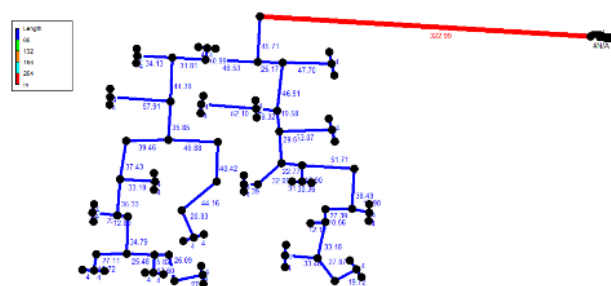
Gambar 27. Jalur perpipaan pada software EPANET 2.2 alternatif pertama

Langkah selanjutnya memasukkan data elevasi pada setiap titik *junction* (titik hitam pada gambar diatas) yang didapatkan pada software Basecamp. Dalam memasukkan data elevasi harus teliti karena data yang didapat harus sesuai dengan jalur yang akan dimasukan. Pada gambar dibawah menunjukan data elevasi yang telah dimasukan ke dalam jaringan perpipaan pada software EPANET 2.2 untuk yang paling rendahnya 6 meter dan yang paling tingginya 24 meter.



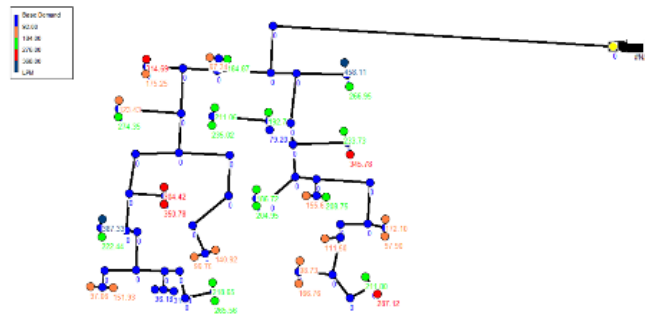
Gambar 28. Elevasi alternatif pertama

Setelah memasukkan data elevasi, langkah berikutnya adalah memasukkan data panjang pipa sesuai dengan panjang pipa yang didapatkan pada software Basecamp. Untuk yang paling pendeknya 4 meter dan yang paling panjangnya 323 meter.



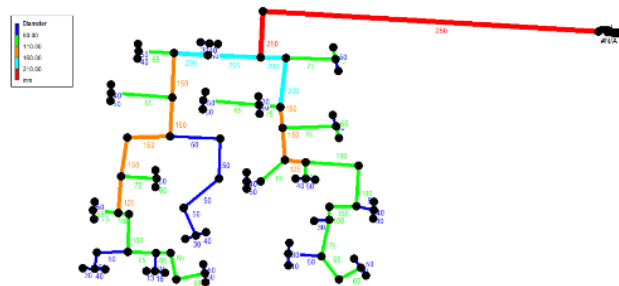
Gambar 29. Panjang pipa alternatif pertama

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 hidraulika.



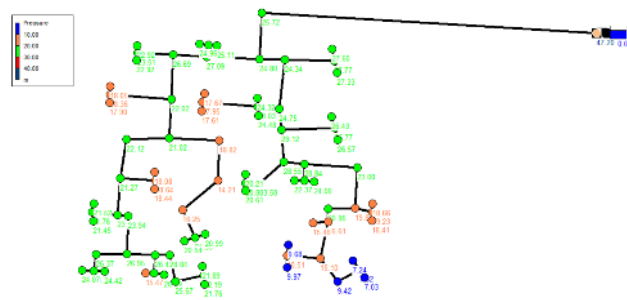
Gambar 30. *Base demand* alternatif pertama

Langkah selanjutnya adalah memasukkan data diameter pipa dengan tujuan memperoleh hasil tekanan dan kecepatan aliran yang sesuai dengan persyaratan serta kriteria perencanaan. Penentuan diameter pipa menjadi tahapan penting dalam proses perancangan, karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi distribusi air, kehilangan energi, serta keandalan sistem jaringan perpipaan yang dianalisis.



Gambar 31. Diameter pipa alternatif pertama

Setelah memasukan data sebelumnya pada langkah berikutnya adalah menampilkan hasil tekanan dan kecepatan aliran air. Untuk diameter yang paling kecilnya ½ inci (16 mm) yang paling besarnya 10 inci (250 mm).



Gambar 32. Tekanan alternatif pertama

Tekanan yang dihasilkan pada alternatif pertama berkisar antara 7.00-46.94 meter. Rentang tekanan tersebut menunjukkan bahwa hasil perhitungan telah sesuai dengan persyaratan dan kriteria perencanaan, sehingga alternatif ini dapat dipertimbangkan sebagai rancangan yang layak untuk diterapkan.

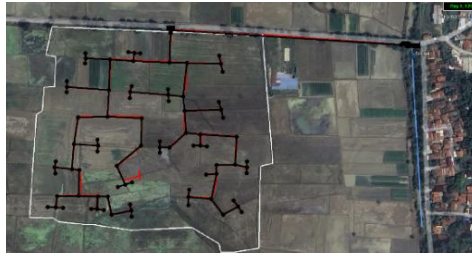


Gambar 33. Kecepatan aliran alternatif pertama

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.

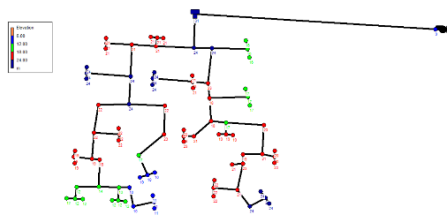
B. Desain alternatif kedua

Pada desain alternatif kedua menggunakan pompa, tandon dan jaringan perpipaan diharapkan tekanan dan kecepatan yang dihasilkan sesuai syarat dan kriteria yang telah ditentukan.



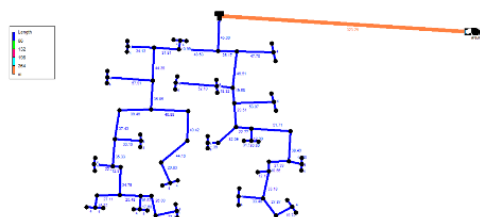
Gambar 34. Desain rancangan alternatif kedua pada software EPANET 2.2

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 akan 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.



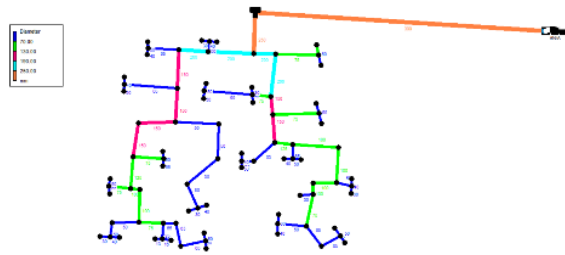
Gambar 35. Elevasi alternatif kedua

Setelah memasukan data elevasi, berikutnya adalah memasukan data panjang pipa sesuai dengan panjang pipa yang didapatkan pada software Basecamp. Untuk panjang pipa yang paling pendeknya 4 meter dan yang paling panjangnya 323 meter.



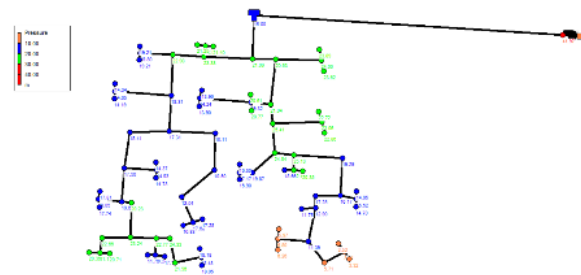
Gambar 36. Panjang pipa alternatif kedua

Selanjutnya memasukan diameter pipa, bertujuan untuk mendapatkan hasil tekanan dan kecepatan aliran air dalam pipa supaya sesuai dengan syarat dan kriteria. Untuk diameter pipa yang digunakan yaitu yang paling kecil ½ inci (16 mm) dan yang paling besar yaitu 10 inci (250 mm).



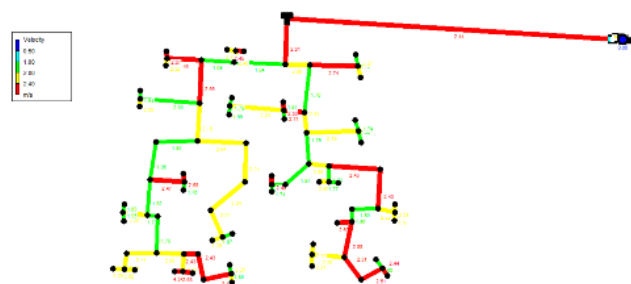
Gambar 37. Diameter pipa alternatif kedua

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 38. Tekanan alternatif kedua

Tekanan yang dihasilkan pada alternatif kedua berkisar antara 3.32-46.56 meter. Rentang tekanan tersebut menunjukkan bahwa hasil simulasi telah memenuhi persyaratan dan kriteria yang ditetapkan, sehingga alternatif ini dapat dipertimbangkan sebagai rancangan yang layak diterapkan dalam sistem pompanisasi.



Gambar 39. Kecepatan aliran alternatif kedua

Kecepatan yang dihasilkan pada perancangan alternatif kedua sudah sesuai dengan syarat dan kriteria yaitu diantara 1.70-2.80 m/s. Berikut adalah spesifikasi tandon yang digunakan pada perancangan alternatif kedua.

Tank 1	
Property	Value
*Tank ID	1
X-Coordinate	251.872
Y-Coordinate	654.427
Description	
Tag	
*Elevation	29
*Initial Level	14
*Minimum Level	1
*Maximum Level	15
*Diameter	5
Minimum Volume	
Volume Curve	
Can Overflow	No

Gambar 40. Spesifikasi tandon alternatif kedua

Spesifikasi tandon yang digunakan meliputi tinggi rangka penyangga sebesar 5 meter, tinggi silinder tandon 15 meter, dengan elevasi maksimum muka air sebesar 14 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 41. Pompa alternatif pertama

Tabel 7. Spesifikasi pompa alternatif pertama

Parameter	Spesifikasi
Model pompa	Ebara 200x150 FSHA 4KA545
Tipe	End suction centrifugal
Suction x Discharge (mm)	200x150
Daya motor (kW)	43.4
Kapasitas aliran (Q)	8500
Total head (H)	32
Tekanan maksimum (bar)	10 (opsional 16)
Bahan	Casing: Cast Iron
	Impeller: Bronze
	Shaft: Stainles Steel
Temperatur maksimum (°C)	80
Berat (kg)	137

Pompa yang digunakan pada alternatif pertama adalah pompa sentrifugal bermaterial *cast iron* dengan sistem *mechanical gland packing*. Pompa ini dipilih karena kemampuannya dalam menangani aliran air dengan tekanan dan debit yang sesuai kebutuhan sistem, serta ketahanan terhadap korosi yang menjadikannya cocok untuk aplikasi irigasi maupun distribusi air dalam jangka panjang.



Gambar 42. Genset alternatif pertama

Tabel 8. Spesifikasi genset alternatif pertama

Parameter	Spesifikasi
Merk	Perkins
Model engine	1104A-44TG1
Rated power kVA	65
Rated power kW	52
Standby power kVA	71.5

Standby power kW	57
Frekuensi	50
Speed rpm	1500
Voltage	380
Alternator & AVR	Stamford PI144G, $\pm 1\%$ AVR
Fuel tank L	140
Dimensi LxWxH mm	2610×1010×1350
Berat kg	1450



Gambar 43. Pompa alternatif kedua

Tabel 9. Spesifikasi pompa alternatif kedua

Parameter	Spesifikasi
Model pompa	Ebara 150x125 FSHA 4JA522
Tipe	End suction centrifugal
Suction x Discharge (mm)	150x125
Daya motor (kW)	22.38
Kapasitas aliran (H)	5100
Total head (H)	24
Tekanan maksimum (bar)	10 (opsional 16)
Bahan	Casing: Cast Iron
	Impeller: Bronze
	Shaft: Stainles Steel
Temperatur maksimum (°C)	80
Berat (kg)	120

Pompa yang digunakan pada sistem ini merupakan pompa sentrifugal horizontal tipe EBARA FSHA 150x125, yang memiliki ukuran inlet sebesar 150 mm dan outlet 125 mm. Pompa ini termasuk dalam kategori *end suction volute pump* dan terbuat dari *material cast iron* yang tahan terhadap korosi dan tekanan fluida sedang. Pompa ini dirancang untuk keperluan industri maupun irigasi, dengan kemampuan mengalirkan debit besar pada *head* sedang hingga tinggi.



Gambar 44. Genset alternatif kedua

Tabel 10. Spesifikasi genset alternatif kedua

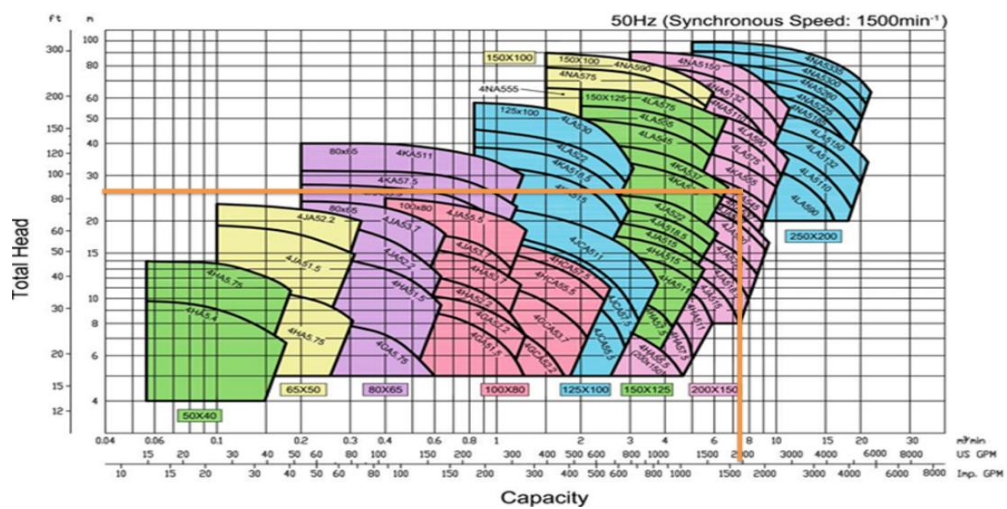
Parameter	Spesifikasi
Merk	Emerald Ultra Silent
Model engine	Emerald K4100ZD
Rated power kVA	50
Rated power kW	40
Standby power kVA	55
Standby power kW	44
Frekuensi	50
Speed rpm	1500
Voltage	380
Alternator & AVR	Winston/ADK/Stamford
Fuel tank L	55
Dimensi LxWxH mm	1000×1000×1500
Berat kg	1200

Diketahui						
L	322.99 m			rho air	998 kg/m ³	
h	22.06 m		22.06	μ	0.00077 Ns/m ²	
Q	7401 l/min			e	0.046 mm	
	0.123354 m ³ /s			e/di	0.0001807	
do	0.27305 m					
t	0.009271 m					
di	0.254508 m					
A	0.050874 m ²					
V	2.42 m/s					
Re	799837					
f	0.014575					
f*	0.013472					
hf	5.12 m					
hp	27.18 m					

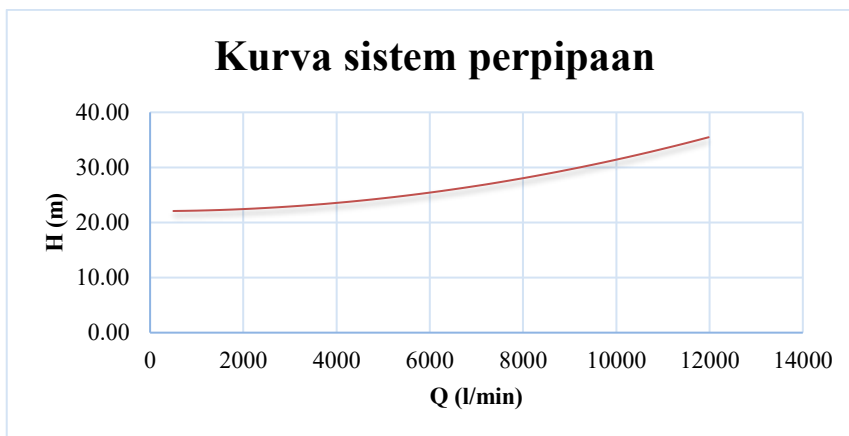
Gambar 45. Hasil perhitungan pompa alternatif pertama

Tabel 11. Sistem perpipaan alternatif pertama

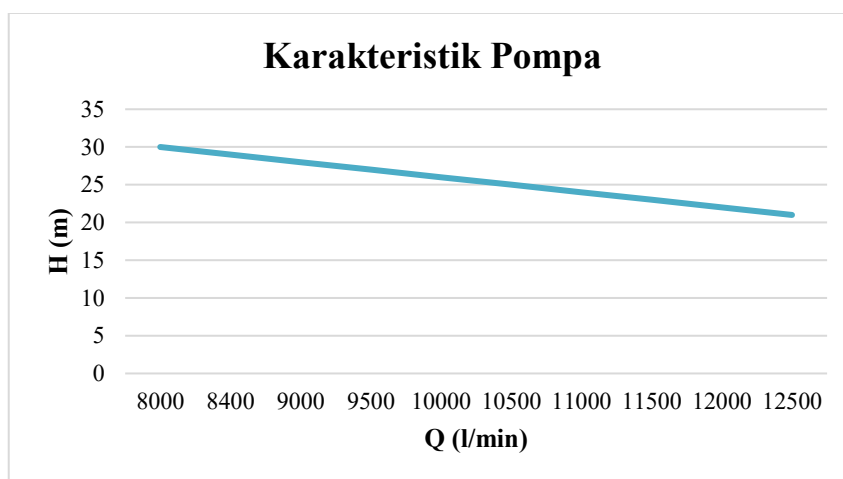
Tabel Sistem Perpipaan							
Q (l/min)	Q (m ³ /s)	V	Re	f	f*	hf	hp
0	0	0	0	0	0	0	0
500	0.008	0.16	54034	0.0209	0.0138	0.02	22.08
1000	0.017	0.33	108068	0.0184	0.0136	0.09	22.15
1500	0.025	0.49	162102	0.0173	0.0136	0.21	22.27
2000	0.033	0.66	216136	0.0166	0.0135	0.38	22.44
2500	0.042	0.82	270170	0.0161	0.0135	0.59	22.65
3000	0.050	0.98	324204	0.0158	0.0135	0.84	22.90
3500	0.058	1.15	378238	0.0155	0.0135	1.15	23.21
4000	0.067	1.31	432272	0.0153	0.0135	1.50	23.56
4500	0.075	1.47	486306	0.0151	0.0135	1.90	23.96
5000	0.083	1.64	540340	0.0150	0.0135	2.34	24.40
5500	0.092	1.80	594374	0.0149	0.0135	2.83	24.89
6000	0.100	1.97	648408	0.0148	0.0135	3.37	25.43
6500	0.108	2.13	702442	0.0147	0.0135	3.95	26.01
7000	0.117	2.29	756476	0.0146	0.0135	4.58	26.64
7401	0.123	2.42	799812	0.0146	0.0135	5.12	27.18
8000	0.133	2.62	864544	0.0145	0.0135	5.98	28.04
8500	0.142	2.78	918578	0.0145	0.0135	6.76	28.82
8980.2	0.150	2.94	970473	0.0144	0.0135	7.54	29.60
9480.2	0.158	3.11	1024507	0.0144	0.0135	8.40	30.46
9980.2	0.166	3.27	1078541	0.0143	0.0135	9.31	31.37
10480.2	0.175	3.43	1132575	0.0143	0.0135	10.27	32.33
10980.2	0.183	3.60	1186609	0.0143	0.0135	11.27	33.33
11480.2	0.191	3.76	1240643	0.0142	0.0135	12.32	34.38
11980.2	0.200	3.92	1294677	0.0142	0.0135	13.42	35.48



Gambar 46. Kurva karakteristik pompa alternatif pertama



Gambar 47. Kurva sistem perpipaan alternatif pertama



Gambar 48. Kurva karakteristik pompa alternatif pertama

Tabel 12. Data karakteristik pompa alternatif pertama

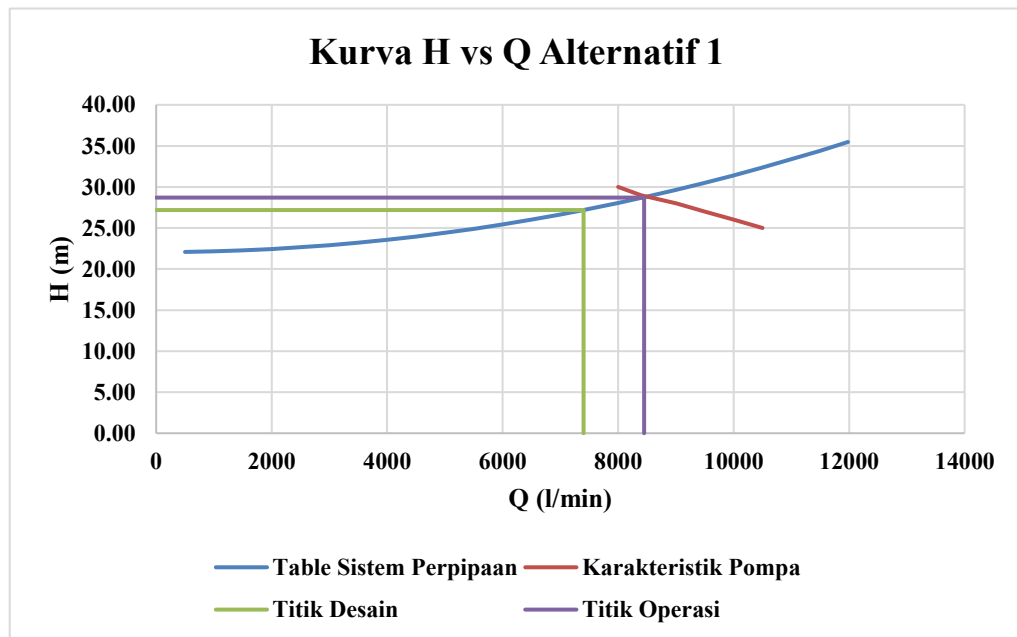
Karakteristik Pompa	
H (m)	Q (l/min)
30	8000
29	8400
28	9000
27	9500
26	10000
25	10500
24	11000
23	11500
22	12000
21	12500

Tabel 13. Titik desain alternatif pertama

Titik Desain	
H (m)	Q (l/min)
27.18	7401

Tabel 14. Titik operasi alternatif pertama

Titik Operasi	
H (m)	Q (l/min)
29.5	8450



Gambar 49. Kurva H-Q alternatif pertama

Berdasarkan perhitungan hidraulik, sistem perpipaan sepanjang 322.99 meter dengan debit desain sebesar 7401 l/min ($0.123 \text{ m}^3/\text{s}$) dan head total 27.18 meter menunjukkan bahwa aliran berada dalam kondisi turbulen. Titik operasi aktual sistem terjadi pada debit 8450 l/min dan head sebesar 28.7 meter, sebagaimana ditunjukkan dalam grafik H-Q. Hal ini menunjukkan bahwa pompa bekerja sedikit di atas titik desain, namun masih berada dalam rentang kerja efisien. Kinerja ini mengindikasikan bahwa pompa mampu mengimbangi peningkatan debit dengan konsekuensi kenaikan head, yang berdampak pada kenaikan konsumsi daya.

Tabel 15. Total biaya perawatan alat alternatif pertama

Komponen	Harga	Liter	Jam	Biaya (Rp/Jam)
Solar	Rp 6,800.00	8	-	Rp 54,400.00
Oli Mesin	Rp 120,000.00	6	100	Rp 7,200.00
Perawatan berkala	Rp 1,550,000.00	-	250	Rp 6,200.00
Penyusutan alat	Rp 124,550,800.00	-	5000	Rp 24,910.16
Biaya operasional	Rp 1,225,205.04	180	30.2	Rp 40,566.07
Total biaya operasional per jam	-	-	-	Rp 133,276.23

Tabel 16. Biaya mengalir sawah perjam alternatif pertama

Parameter	Nilai	Satuan
Luas sawah	89400	m ²
Kedalaman genangan	0.15	m
Volume air dibutuhkan	13410	m ³
Kapasitas pompa	444	m ³ /Jam
Waktu pengisian	30.2	Jam
Biaya operasional per jam	Rp 40,566.07	-
Total biaya operasional	Rp 1,225,205.04	-

Tabel 17. Harga pompa dan genset alternatif pertama

Komponen	Nilai
Ebara 200x150 FSHA Sentrifugal Pompa Besi	Rp 24,550,800.00
Genset Perkins 65 KVA Silent type	Rp 100,000,000.00
Total investasi alat	Rp 124,550,800.00

Total kebutuhan base demand	7401	l/min
Flow dipompa	444	m ³ /h
	7401	l/min
Daya pompa	50	hp
	37285	Watt
Biaya listrik	1.445	Rp/kWh
Waktu	1	Jam
Konsumsi listrik	37.29	kWh
1 hp	0.7	KVA
1 kVA	0.8	kW
Daya genset	65	kVA
Kebutuhan	37.3	kVA
	29.8	kw
Konsumsi	0.2	liter/kW

Waktu	1	h
Konsumsi total	6.0	l/h
Solar	Rp 6,800.00	Perliter
Total	Rp 40,566.07	Perjam
	Rp 1,225,205.04	
Bahan bakar	180	l/h
Volume	13410	m ³
Debit	444	m ³ /h
	30.2	h

Gambar 50. Perhitungan biaya operasional alternatif pertama

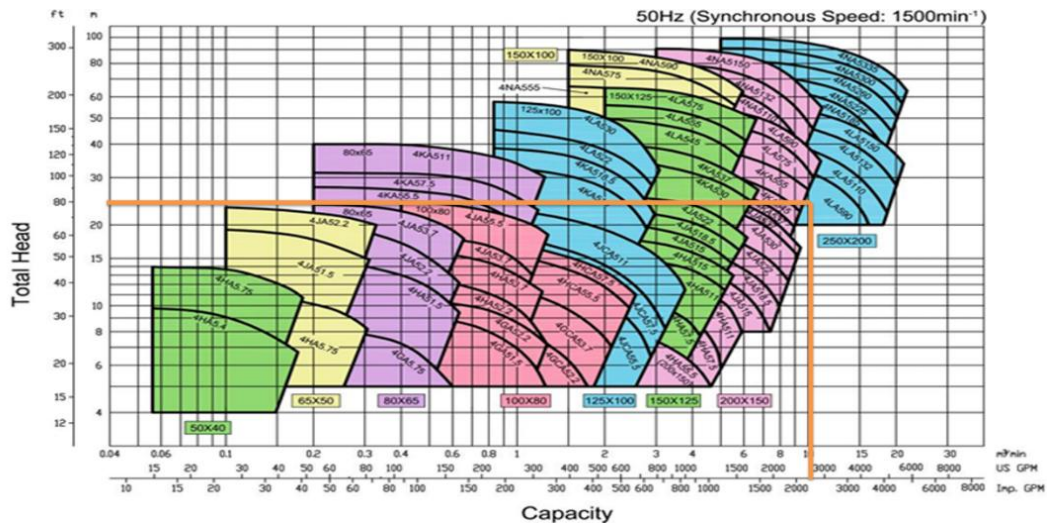
Biaya operasional per jam sebesar Rp 40,566.07, terdiri dari solar, oli, perawatan, dan penyusutan alat. Total biaya operasional untuk satu siklus irigasi mencapai Rp1,225,205.04. Investasi alat terdiri dari pompa dan genset senilai total Rp 124,550,800.00.

Diketahui						
L	322.99 m			rho air	998 kg/m ³	
h	22.06 m			μ	0.00077 Ns/m ²	
Q	10345 l/min			e	0.046 mm	
	0.17242 m ³ /s			e/di	0.0001517	
do	0.32385 m					
t	0.010312 m					
di	0.303225 m					
A	0.072214 m ²					
V	2.39 m/s					
Re	938366					
f	0.014086					
f*	0.013008					
hf	4.03 m					
hp	26.09 m					

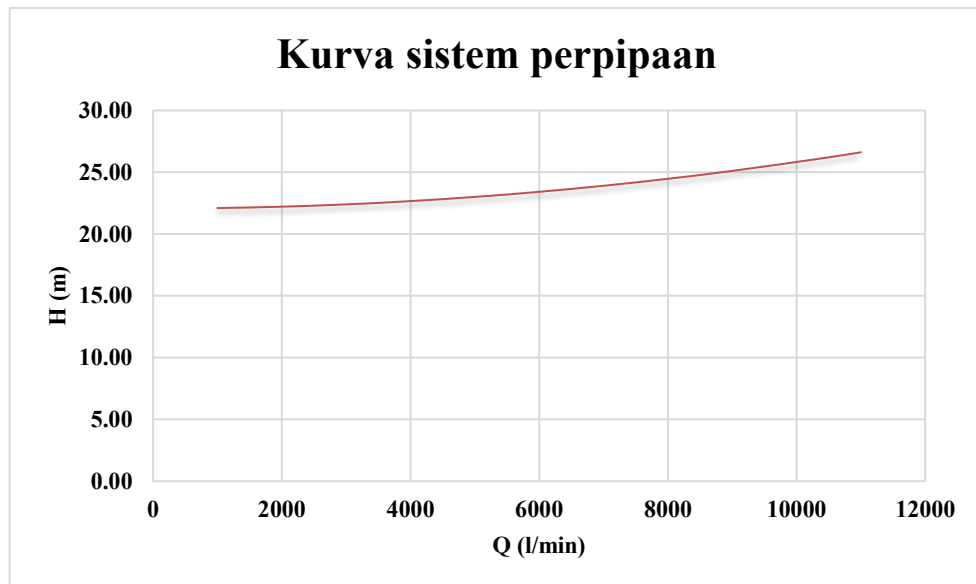
Gambar 51. Hasil pengukuran pompa alternatif kedua

Tabel 18. Sistem perpipaan alternatif kedua

Tabel Sistem Perpipaan							
Q (l/min)	Q (m ³ /s)	V	Re	f	f*	hf	hp
0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0.017	0.23	90705	0.0188	0.0132	0.04	22.10
2000	0.033	0.46	181411	0.0168	0.0131	0.15	22.21
3000	0.050	0.69	272116	0.0159	0.0131	0.34	22.40
4000	0.067	0.92	362822	0.0153	0.0130	0.60	22.66
5070	0.085	1.17	459907	0.0149	0.0130	0.97	23.03
6000	0.100	1.38	544233	0.0147	0.0130	1.36	23.42
7000	0.117	1.62	634938	0.0145	0.0130	1.84	23.90
8000	0.133	1.85	725644	0.0143	0.0130	2.41	24.47
9000	0.150	2.08	816349	0.0142	0.0130	3.05	25.11
10345	0.172	2.39	938348	0.0141	0.0130	4.03	26.09
11000	0.183	2.54	997760	0.0140	0.0130	4.55	26.61



Gambar 52. Kurva karakteristik pompa alternatif kedua

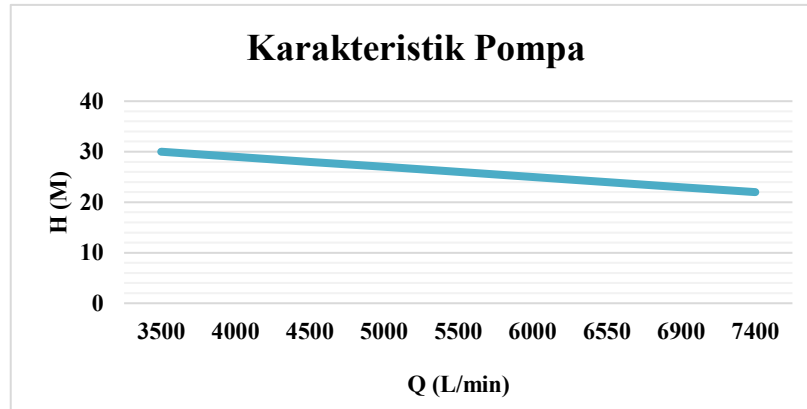


Gambar 53. Kurva sistem perpipaan alternatif kedua

Tabel 19. Karakteristik pompa alternatif kedua

Karakteristik Pompa	
H (m)	Q (l/min)
30	3500
29	4000
28	4500
27	5000
26	5500
25	6000
24	6550

23	6900
22	7400
21	8000
20	8500



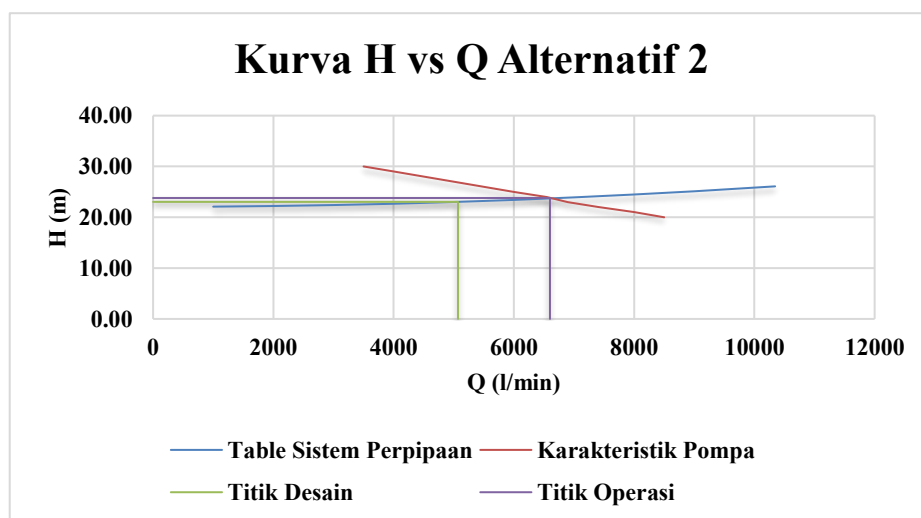
Gambar 54. Karakteristik pompa alternatif kedua

Tabel 20. Titik desain alternatif kedua

Titik Desain	
H (m)	Q (l/min)
23.03	5070

Tabel 21. Titik operasi alternatif kedua

Titik Operasi	
H (m)	Q (l/min)
27.3	11800



Gambar 55. Kurva H-Q alternatif kedua

Titik operasi sistem terjadi pada debit sebesar 6.600 l/menit dengan *head* 23,8 m, yang berada sedikit di atas titik desain yaitu 5.070,34 l/menit dengan *head* 22,6 m. Perbedaan ini menunjukkan bahwa sistem bekerja pada kondisi mendekati rancangan optimal. Berdasarkan hasil analisis, aliran pada sistem tersebut bersifat turbulen, sehingga memengaruhi karakteristik distribusi energi dan potensi kehilangan tekanan di sepanjang jaringan perpipaan.

Tabel 22. Total biaya perawatan alat alternatif kedua

Komponen	Harga	Liter	Jam	Biaya (Rp/Jam)
Solar	Rp 6,800.00	7.37	-	Rp 50,116.00
Oli mesin	Rp 120,000.00	10	250	Rp 4,800.00
Perawatan berkala	Rp 1,800,000.00	-	250	Rp 7,200.00
Penyusutan alat	Rp 103,999,900.00	-	5400	Rp 19,259.24
Biaya operasional	Rp 1,438,698.32	212	44	Rp 32,639.46
Total biaya operasional per jam	-	-	-	Rp 114,014.70

Tabel 23. Biaya mengalir sawah perjam alternatif kedua

Parameter	Nilai	Satuan
Luas sawah	89400	m ²
Kedalaman genangan	0.15	m
Volume air dibutuhkan	13410	m ³
Kapasitas pompa	304	m ³ /jam
Waktu pengisian	44	jam
Biaya operasional per jam	Rp 32,639.46	-
Total biaya operasional	Rp 1,438,698.318	-

Tabel 24. Harga pompa dan genset alternatif kedua

Komponen	Nilai
Ebara Pompa Sentrifugal 150x125 FSHA	Rp 28,999,900.00
Genset Silent 50 KVA Genset Diesel Emerald Ultra Silent	Rp 75,000,000.00
Total investasi alat	Rp 103,999,900.00

Total Kebutuhan base demand	5070	l/min
Flow dipompa	304	m ³ /h
	5070	l/min
Daya pompa	40.23	hp
	226864.31	Watt
Biaya listrik	1.445	Rp/kWh
Waktu	1	Jam
Konsumsi listrik	226.86	kWh
1 hp	0.7	kVA
1 kVA	0.8	kW
Daya genset	50	kVA
Kebutuhan	30	kVA
	24	kW
Konsumsi	0.2	liter/kW
Waktu	1	h
Konsumsi total	4.8	l/h
Solar	Rp 6,800.00	perliter
Total	Rp 32,639.46	perjam
	Rp 1,438,698.32	
Bahan bakar	212	l/h
Volume	13410	m ³
Debit	304	m ³ /h
	44	h

Gambar 56. Perhitungan biaya operasional alternatif kedua

Total biaya operasional untuk satu siklus pengisian mencapai Rp1,438,698.32. Adapun investasi awal terdiri dari pompa ebara senilai Rp28,999,900.00 dan genset Perkins sebesar Rp75,000,000.00. sehingga total investasi alat sebesar Rp103,999,900.00.

D. Membandingkan dengan penelitian terdahulu

Penelitian terdahulu yang dilakukan yang dilakukan I Ketut Soriarta, I Putu Dwikarna Putra pada tahun 2025, dengan judul, “Analisis sistem penyediaan air minum malet Kecamatan Susu 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 meter dan area pemukiman untuk penyediaan air seluas 4931 hektar [11].

Pada penelitian ini yang dilakukan Acep Nugraha pada tahun 2025 dengan judul, “Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 6 seluas 8.94 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon.” Pada penelitian ini sistem pengairan persawahan

dengan perbedaan elevasi 22.06 meter. Dimana sumber air yang lebih rendah dibandingkan dengan area persawahan.

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

Tabel 25. 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 (l/min)	Tekanan maks (m)	Range kecepatan aliran (m/s)
154	4931	0.01	594	161.18	0.3-2	22.06	8.94	300	5363.9	46.94	1.7-2.8

7. Menyusun rancangan anggaran biaya

Penyusunan anggaran biaya dilakukan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai kebutuhan dalam rencana pembangunan rancangan ini, sehingga diperoleh estimasi nominal yang diperlukan baik untuk pengerjaan maupun pembelian material yang akan digunakan. Anggaran biaya berfungsi sebagai pedoman dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek, karena melalui anggaran dapat diketahui besarnya kebutuhan dana serta alokasi yang harus disiapkan secara lebih terstruktur. Pada rancangan ini disusun dua alternatif anggaran biaya yang dirancang sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan opsi pembangunan yang paling efisien dan efektif. Alternatif pertama berfokus pada penggunaan material dengan kualitas standar yang ekonomis, sedangkan alternatif kedua mempertimbangkan penggunaan material dengan kualitas lebih tinggi meskipun membutuhkan biaya yang relatif lebih besar. Perbandingan antara kedua alternatif ini bertujuan untuk menilai kelayakan teknis dan ekonomis, sehingga hasil perencanaan yang dihasilkan tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan teknis sistem, tetapi juga dapat dilaksanakan sesuai dengan kemampuan anggaran yang tersedia. Dengan demikian, penyusunan anggaran biaya tidak hanya menjadi dokumen administratif, tetapi juga berperan penting dalam mendukung pengambilan keputusan yang tepat serta memastikan keberlangsungan pembangunan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

Tabel 26. Rancangan anggaran biaya alternatif pertama

Rancangan Anggaran Biaya Blok 6 Alternatif 1								
No	Nama Barang	Nominal Diameter		Jumlah			Harga Satuan	Harga Total
		(Inch)	(mm)	(Batang)	(Buah)	(Kg)		
1	Pipa Pralon PVC	3/8"	13	1	-	-	Rp 11,100	Rp 304,520,850
		3/4"	16	1	-	-	Rp 23,250	
		1	25	4	-	-	Rp 43,250	
		1 1/4"	30	6	-	-	Rp 64,900	
		1 1/2"	40	16	-	-	Rp 74,500	
		2"	50	66	-	-	Rp 95,200	
		2 1/2"	65	67	-	-	Rp 138,800	
		3"	75	59	-	-	Rp 195,500	
		4"	100	43	-	-	Rp 324,000	
		5"	125	14	-	-	Rp 513,400	
		6"	150	51	-	-	Rp 720,000	
2	Sambungan Pipa Y	8"	200	38	-	-	Rp 1,208,400	Rp 763,560
		10"	250	92	-	-	Rp 1,868,000	
		3"	75	-	1	-	Rp 53,500	
3	Sambungan Pipa L	6"	150	-	2	-	Rp 128,250	Rp 701,038
		8"	200	-	1	-	Rp 453,560	
		2"	50	-	3	-	Rp 10,400	
		2 1/2"	65	-	3	-	Rp 16,055	
		4"	100	-	3	-	Rp 62,500	
4	Sambungan Pipa T	6"	150	-	1	-	Rp 77,995	Rp 3,776,047
		10"	250	-	1	-	Rp 356,178	
		3/8"	25	-	1	-	Rp 6,555	
		3/4"	30	-	1	-	Rp 14,250	
		2"	50	-	4	-	Rp 36,630	
		2 1/2"	65	-	7	-	Rp 36,630	
		3"	75	-	1	-	Rp 23,800	
		4"	100	-	2	-	Rp 103,896	
		5"	125	-	2	-	Rp 40,000	
		6"	150	-	7	-	Rp 283,360	
5	Sambungan Pipa X	8"	200	-	3	-	Rp 196,000	Rp 60,000
		10"	250	-	1	-	Rp 469,200	
6	Lem PVCPLASS	-	-	-	-	3.2	Rp 16,095	Rp 51,389
7	Ebara Pompa 200x150 FSHA Sentrifugal Pompa Besi	-	-	-	1	-	Rp 24,550,800	Rp 24,550,800
8	Ball Valve	1 1/4"	30	-	8	-	Rp 168,000	Rp 9,190,970
		1 1/2"	40	-	8	-	Rp 256,000	
		2"	50	-	8	-	Rp 360,000	
		2 1/2"	65	-	4	-	Rp 637,640	
		4"	100	-	1	-	Rp 368,410	
9	Genset Perkins 65 KVA Silent Type	-	-	-	1	-	Rp 100,000,000	Rp 100,000,000
Jumlah Total								Rp 443,614,654

Tabel 27. Rancangan anggaran biaya alternatif kedua

Rancangan Anggaran Biaya Blok 6 Alternatif 2								
No	Nama Barang	Nominal Diameter		Jumlah			Harga Satuan	Harga Total
		(Inch)	(mm)	(Batang)	(Buah)	(Kg)		
1	Pipa Pralon PVC	3/8"	13	1	-	-	Rp 11,100.00	Rp 304,520,850.00
		3/4"	16	1	-	-	Rp 23,250.00	
		1"	25	4	-	-	Rp 43,250.00	
		1 1/4"	30	6	-	-	Rp 64,900.00	
		1 1/2"	40	16	-	-	Rp 74,500.00	
		2"	50	66	-	-	Rp 95,200.00	
		2 1/2"	65	67	-	-	Rp 138,800.00	
		3"	75	59	-	-	Rp 195,500.00	
		4"	100	43	-	-	Rp 324,000.00	
		5"	125	14	-	-	Rp 513,400.00	
		6"	150	51	-	-	Rp 720,000.00	
2	Sambungan Pipa Y	3"	75	-	1	-	Rp 53,500.00	Rp 763,560.00
		6"	150	-	2	-	Rp 128,250.00	
		8"	200	-	1	-	Rp 453,560.00	
3	Sambungan Pipa L	2"	50	-	3	-	Rp 10,400.00	Rp 701,038.00
		2 1/2"	65	-	3	-	Rp 16,055.00	
		4"	100	-	3	-	Rp 62,500.00	
		6"	150	-	1	-	Rp 77,995.00	
		10"	250	-	1	-	Rp 356,178.00	
4	Sambungan Pipa T	3/8"	25	-	1	-	Rp 6,555.00	Rp 3,776,047.00
		3/4"	30	-	1	-	Rp 14,250.00	
		2"	50	-	4	-	Rp 36,630.00	
		2 1/2"	65	-	7	-	Rp 36,630.00	
		3"	75	-	1	-	Rp 23,800.00	
		4"	100	-	2	-	Rp 103,896.00	
		5"	125	-	2	-	Rp 40,000.00	
		6"	150	-	7	-	Rp 283,360.00	
5	Sambungan Pipa X	8"	200	-	3	-	Rp 196,000.00	Rp 60,000.00
		10"	250	-	1	-	Rp 469,200.00	
6	Lem PVCPLASS	-	-	-	-	3.2	Rp 16,095.00	Rp 51,389.04
7	Ebara Pompa Sentrifugal 150x125 FSHA	-	-	-	1	-	Rp 28,999,900.00	Rp 28,999,900.00
8	Ball Valve	1 1/4"	30	-	8	-	Rp 168,000.00	Rp 9,190,970.00
		1 1/2"	40	-	8	-	Rp 256,000.00	
		2"	50	-	8	-	Rp 360,000.00	
		2 1/2"	65	-	4	-	Rp 637,640.00	
		4"	100	-	1	-	Rp 368,410.00	
9	Genset Slent 50 KVA Genset Diesel Emerald Ultra Silent	-	-	-	1	-	Rp 75,000,000.00	Rp 75,000,000.00
10	Tandon				1		Rp 145,800,000.00	Rp 145,800,000
Jumlah Total								Rp 568,863,754

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 28. Data hasil elevasi, *base demand*, *head* dan *pressure* alternatif pertama

Network Tabel-node				
Node ID	Elevation (m)	Demand (l/min)	Head (m)	Pressure (m)
Junc 4	9	0	56.2	47.2
Junc 5	24	0	49.72	25.72
Junc 6	24	0	48.8	24.8
Junc 7	21	0	48.09	27.09
Junc 8	21	0	46.76	25.76
Junc 9	21	184.87	46.11	25.11
Junc 10	21	97.34	45.96	24.96
Junc 11	21	0	47.69	26.69
Junc 12	21	0	44.51	23.51
Junc 13	21	314.69	43.92	22.92
Junc 14	21	175.25	43.92	22.92
Junc 15	24	0	48.34	24.34
Junc 16	16	0	43.77	27.77
Junc 17	16	458.11	43.6	27.6
Junc 18	16	266.95	43.33	27.33
Junc 19	24	0	46.02	22.02
Junc 20	24	0	45.02	21.02
Junc 21	24	0	42.36	18.36
Junc 22	24	123.43	42.05	18.05
Junc 23	24	274.35	41.9	17.9
Junc 24	22	0	44.12	22.12
Junc 25	22	0	43.27	21.27
Junc 26	22	0	40.64	18.64
Junc 27	22	304.42	40.08	18.08
Junc 28	22	350.78	40.44	18.44
Junc 29	19	0	42.31	23.31
Junc 30	19	0	40.76	21.76
Junc 31	19	387.33	40.52	21.52
Junc 32	19	222.44	40.45	21.45
Junc 33	14	0	40.95	26.95
Junc 34	18	0	41.94	23.94
Junc 35	12	0	38.37	26.37
Junc 36	12	0	36.87	24.87
Junc 37	12	151.93	36.42	24.42

Junc 38	12	97.06	36.07	24.07
Junc 39	13	0	39.48	26.48
Junc 40	12	0	35.05	23.05
Junc 41	12	36.18	27.47	15.47
Junc 42	12	31.74	32.89	20.89
Junc 43	10	0	38.04	28.04
Junc 44	10	0	35.67	25.67
Junc 45	11	0	33.19	22.19
Junc 46	11	218.65	32.89	21.89
Junc 47	11	265.56	32.76	21.76
Junc 48	22	0	40.82	18.82
Junc 49	23	0	37.21	14.21
Junc 50	17	0	33.25	16.25
Junc 51	10	0	31.39	21.39
Junc 52	10	140.92	30.99	20.99
Junc 53	10	99.75	30.54	20.54
Junc 54	24	0	41.95	17.95
Junc 55	24	211.06	41.67	17.67
Junc 56	24	235.02	41.61	17.61
Junc 57	23	0	46.03	23.03
Junc 58	21	192.74	45.32	24.32
Junc 59	21	79.2	45.48	24.48
Junc 60	23	0	47.75	24.75
Junc 61	18	0	47.12	29.12
Junc 62	17	0	43.77	26.77
Junc 63	17	233.73	43.43	26.43
Junc 64	17	345.78	43.57	26.57
Junc 65	18	0	46.55	28.55
Junc 66	21	0	44.58	23.58
Junc 67	23	0	43.88	20.88
Junc 68	23	186.72	43.21	20.21
Junc 69	23	204.95	43.61	20.61
Junc 70	17	0	45.84	28.84
Junc 71	19	0	45.15	26.15
Junc 72	19	155.63	41.37	22.37
Junc 73	19	208.75	43.06	24.06
Junc 74	20	0	43	23
Junc 75	21	0	40.88	19.88
Junc 76	19	0	39.96	20.96
Junc 77	23	0	39.61	16.61
Junc 78	21	111.5	36.46	15.46

Junc 79	20	0	39.23	19.23
Junc 80	20	172.1	38.66	18.66
Junc 81	20	97.9	38.41	18.41
Junc 82	21	0	36.1	15.1
Junc 83	22	0	32.51	10.51
Junc 84	22	98.73	31.68	9.68
Junc 85	22	166.76	31.97	9.97
Junc 86	24	0	33.42	9.42
Junc 87	24	0	31.52	7.52
Junc 88	24	211.8	31.24	7.24
Junc 89	24	287.12	31.03	7.03
Resvr 3	9	-7401.24	9	0

Tabel 29. Data hidraulik alternatif pertama

Network Tabel-link							
Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow (l/min)	Velocity (m/s)	Unit Headloss (m/km)	Friction Factor
Pipe 3	322.99	200	140	7401.24	2.51	20.08	0.016
Pipe 4	45.71	250	140	7401.24	2.51	20.08	0.016
Pipe 5	25.17	200	140	3924.55	2.08	18.39	0.017
Pipe 6	47.7	75	140	725.06	2.74	95.78	0.019
Pipe 7	4	75	140	458.11	1.73	40.92	0.02
Pipe 8	4	50	140	266.95	2.27	108.48	0.021
Pipe 9	46.51	200	140	3199.49	1.7	12.6	0.017
Pipe 10	18.32	75	140	718.02	2.71	94.06	0.019
Pipe 11	4	40	140	192.74	2.56	175.96	0.021
Pipe 12	4	30	140	79.2	1.87	137.61	0.023
Pipe 13	52.1	65	140	446.08	2.24	78.21	0.02
Pipe 14	4	50	140	211.06	1.79	70.21	0.021
Pipe 15	4	50	140	235.02	1.99	85.68	0.021
Pipe 17	53.07	75	140	579.51	2.19	63.25	0.019
Pipe 18	4	50	140	233.73	1.98	84.81	0.021
Pipe 19	4	65	140	345.78	1.74	48.8	0.021
Pipe 20	29.51	150	140	1901.96	1.79	19.53	0.018
Pipe 21	32.09	65	140	391.67	1.97	61.47	0.02
Pipe 22	11.39	65	140	391.67	1.97	61.47	0.02
Pipe 23	4	40	140	186.72	2.48	165.92	0.021
Pipe 24	4	50	140	204.95	1.74	66.49	0.022

Pipe 25	22.77	125	140	1510.29	2.05	30.96	0.018
Pipe 26	12.9	65	140	364.38	1.83	53.77	0.02
Pipe 27	31.92	40	140	155.63	2.06	118.41	0.022
Pipe 28	30.36	50	140	208.75	1.77	68.79	0.022
Pipe 29	51.71	100	140	1145.91	2.43	55.06	0.018
Pipe 30	38.49	100	140	1145.91	2.43	55.06	0.018
Pipe 31	14.9	50	140	270	2.29	110.78	0.021
Pipe 32	4	40	140	172.1	2.28	142.66	0.021
Pipe 33	4	30	140	97.9	2.31	203.77	0.023
Pipe 34	27.39	100	140	875.91	1.86	33.47	0.019
Pipe 35	10.56	100	140	875.91	1.86	33.47	0.019
Pipe 36	12.12	30	140	111.5	2.63	259.28	0.022
Pipe 37	33.18	75	140	764.41	2.8	105.63	0.019
Pipe 38	33.48	50	140	265.49	2.25	107.38	0.021
Pipe 39	4	30	140	98.73	2.33	206.98	0.022
Pipe 41	27.87	65	140	498.92	2.51	96.23	0.02
Pipe 42	19.72	65	140	498.92	2.51	96.23	0.02
Pipe 43	4	50	140	211.8	1.8	70.67	0.021
Pipe 44	4	50	140	287.12	2.44	124.14	0.021
Pipe 45	48.53	200	140	3476.69	1.84	14.7	0.017
Pipe 46	10.99	50	140	282.21	2.4	120.24	0.021
Pipe 47	4	30	140	97.34	2.3	201.62	0.023
Pipe 48	4	40	140	184.87	2.45	162.88	0.021
Pipe 49	31.81	200	140	3194.48	1.70	12.56	0.017
Pipe 50	34.13	65	140	489.94	2.46	93.05	0.02
Pipe 51	4	50	140	314.69	2.67	147.12	0.02
Pipe 52	4	40	140	175.25	2.32	147.54	0.021
Pipe 53	44.39	150	140	2704.54	2.55	37.48	0.017
Pipe 54	57.91	65	140	397.78	2	63.26	0.02
Pipe 55	4	40	140	123.43	2.51	77.08	0.023
Pipe 56	4	50	140	274.35	2.33	114.11	0.021
Pipe 57	35.85	150	140	2306.76	2.18	27.91	0.017
Pipe 58	46.88	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 59	40.42	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 60	44.16	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 62	4	30	140	99.75	2.35	210.96	0.022
Pipe 63	4	40	140	140.92	1.87	98.52	0.022
Pipe 64	39.46	150	140	2066.09	1.95	22.76	0.018
Pipe 65	37.43	150	140	2066.09	1.95	22.76	0.018
Pipe 66	33.19	75	140	655.2	2.47	79.39	0.019
Pipe 67	4	50	140	304.42	2.58	138.35	0.02

Pipe 68	4	65	140	350.78	1.76	50.12	0.021
Pipe 69	35.33	125	140	1410.89	1.92	27.3	0.018
Pipe 70	22.25	75	140	609.77	2.3	69.5	0.019
Pipe 71	4	65	140	387.33	1.95	60.21	0.02
Pipe 72	4	50	140	222.44	1.89	77.38	0.021
Pipe 73	12.89	100	140	801.12	1.7	28.37	0.019
Pipe 74	34.79	100	140	801.12	1.7	28.37	0.019
Pipe 75	27.11	50	140	248.99	2.11	95.35	0.021
Pipe 76	15.72	50	140	248.99	2.11	95.35	0.021
Pipe 77	4	30	140	97.06	2.29	200.55	0.023
Pipe 78	4	40	140	151.93	2.02	113.25	0.022
Pipe 79	25.48	75	140	552.13	2.08	57.82	0.02
Pipe 80	15.82	65	140	484.21	2.43	91.05	0.02
Pipe 81	26.09	65	140	484.21	2.43	91.05	0.02
Pipe 82	27.17	65	140	484.21	2.43	91.05	0.02
Pipe 83	4	50	140	218.65	1.86	74.96	0.021
Pipe 85	17.6	25	140	67.92	2.31	251.63	0.023
Pipe 86	4	13	140	36.18	1.92	232.4	0.025
Pipe 87	4	16	140	31.74	2.63	540.73	0.025
Pipe 88	4	50	140	265.56	2.25	107.43	0.021
Pipe 89	20.83	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 90	4	40	140	166.76	2.21	134.57	0.022
Pipe 1	19.58	150	140	2481.47	2.34	31.95	0.017
Pump 2	#N/A	#N/A	#N/A	7401.24	0	-47.2	0

Pada data rancangan alternatif pertama tekanan yang dihasilkan berkisar 7.00-46.94 meter dan rata-rata 21.56 meter. Kecepatan yang dihasilkan berkisar diantara 1.70-2.80 m/s dan rata-rata 2.19 m/s. Hasil ini sudah cukup memenuhi syarat dan kriteria yang sudah ditentukan. Selanjutnya membandingkan kedua hasil perancangan.

Tabel 30. Data hasil elevasi, *base demand*, *head* dan *pressure* alternatif kedua

Network Tabel-node				
Node ID	Elevation (m)	Demand (l/min)	Head (m)	Pressure (m)
Junc 4	9	0	55.56	46.56
Junc 6	24	0	45.09	21.09
Junc 7	21	0	44.38	23.38
Junc 8	21	0	43.05	22.05
Junc 9	21	184.87	42.4	21.4
Junc 10	21	97.34	42.25	21.25

Junc 11	21	0	43.98	22.98
Junc 12	21	0	40.8	19.8
Junc 13	21	314.69	40.21	19.21
Junc 14	21	175.25	40.21	19.21
Junc 15	24	0	44.63	20.63
Junc 16	16	0	40.06	24.06
Junc 17	16	458.11	39.89	23.89
Junc 18	16	266.95	39.62	23.62
Junc 19	24	0	42.31	18.31
Junc 20	24	0	41.31	17.31
Junc 21	24	0	38.65	14.65
Junc 22	24	123.43	38.34	14.34
Junc 23	24	274.35	38.19	14.19
Junc 24	22	0	40.41	18.41
Junc 25	22	0	39.56	17.56
Junc 26	22	0	36.93	14.93
Junc 27	22	304.42	36.37	14.37
Junc 28	22	350.78	36.73	14.73
Junc 29	19	0	38.6	19.6
Junc 30	19	0	37.05	18.05
Junc 31	19	387.33	36.81	17.81
Junc 32	19	222.44	36.74	17.74
Junc 33	14	0	37.24	23.24
Junc 34	18	0	38.23	20.23
Junc 35	12	0	34.66	22.66
Junc 36	12	0	33.16	21.16
Junc 37	12	151.93	32.71	20.71
Junc 38	12	97.06	32.36	20.36
Junc 39	13	0	35.77	22.77
Junc 40	12	0	31.34	19.34
Junc 41	12	36.18	30.41	18.41
Junc 42	12	31.74	29.18	17.18
Junc 43	10	0	34.33	24.33
Junc 44	10	0	31.96	21.96
Junc 45	11	0	29.48	18.48
Junc 46	11	218.65	29.18	18.18
Junc 47	11	265.56	29.05	18.05
Junc 48	22	0	37.11	15.11
Junc 49	23	0	33.5	10.5
Junc 50	17	0	29.54	12.54
Junc 51	10	0	27.68	17.68
Junc 52	10	140.92	27.28	17.28
Junc 53	10	99.75	26.83	16.83
Junc 54	24	0	38.24	14.24
Junc 55	24	211.06	37.96	13.96

Junc 56	24	235.02	37.9	13.9
Junc 57	23	0	42.32	19.32
Junc 58	21	192.74	41.61	20.61
Junc 59	21	79.2	41.77	20.77
Junc 60	23	0	44.04	21.04
Junc 61	18	0	43.41	25.41
Junc 62	17	0	40.06	23.06
Junc 63	17	233.73	39.72	22.72
Junc 64	17	345.78	39.86	22.86
Junc 65	18	0	42.84	24.84
Junc 66	21	0	40.87	19.87
Junc 67	23	0	40.17	17.17
Junc 68	23	186.72	39.5	16.5
Junc 69	23	204.95	39.9	16.9
Junc 70	17	0	42.13	25.13
Junc 71	19	0	41.44	22.44
Junc 72	19	155.63	37.66	18.66
Junc 73	19	208.75	39.35	20.35
Junc 74	20	0	39.29	19.29
Junc 75	21	0	37.17	16.17
Junc 76	19	0	36.25	17.25
Junc 77	23	0	35.9	12.9
Junc 78	21	111.5	32.75	11.75
Junc 79	20	0	35.52	15.52
Junc 80	20	172.1	34.95	14.95
Junc 81	20	97.9	34.7	14.7
Junc 82	21	0	32.39	11.39
Junc 83	22	0	28.8	6.8
Junc 84	22	98.73	27.97	5.97
Junc 85	22	166.76	28.26	6.26
Junc 86	24	0	29.71	5.71
Junc 87	24	0	27.81	3.81
Junc 88	24	211.8	27.53	3.53
Junc 89	24	287.12	27.32	3.32
Resvr 3	9	-4345.3	9	0
Tank 1	31	-3055.94	46	15

Tabel 31. Data hidraulik alternatif kedua

Network Tabel-link							
Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow (l/min)	Velocity (m/s)	Unit Headloss (m/km)	Friction Factor
Pipe 5	25.17	200	140	3924.55	2.08	18.39	0.017

Pipe 6	47.7	75	140	725.06	2.74	95.78	0.019
Pipe 7	4	75	140	458.11	1.73	40.92	0.02
Pipe 8	4	50	140	266.95	2.27	108.48	0.021
Pipe 9	46.51	200	140	3199.4 9	1.7	12.6	0.017
Pipe 10	18.32	75	140	718.02	2.71	94.06	0.019
Pipe 11	4	40	140	192.74	2.56	175.96	0.021
Pipe 12	4	30	140	79.2	1.87	137.61	0.023
Pipe 13	52.1	65	140	446.08	2.24	78.21	0.02
Pipe 14	4	50	140	211.06	1.79	70.21	0.021
Pipe 15	4	50	140	235.02	1.99	85.68	0.021
Pipe 17	53.07	75	140	579.51	2.19	63.25	0.019
Pipe 18	4	50	140	233.73	1.98	84.81	0.021
Pipe 19	4	65	140	345.78	1.74	48.8	0.021
Pipe 20	29.51	150	140	1901.9 6	1.79	19.53	0.018
Pipe 21	32.09	65	140	391.67	1.97	61.47	0.02
Pipe 22	11.39	65	140	391.67	1.97	61.47	0.02
Pipe 23	4	40	140	186.72	2.48	165.92	0.021
Pipe 24	4	50	140	204.95	1.74	66.49	0.022
Pipe 25	22.77	125	140	1510.2 9	2.05	30.96	0.018
Pipe 26	12.9	65	140	364.38	1.83	53.77	0.02
Pipe 27	31.92	40	140	155.63	2.06	118.41	0.022
Pipe 28	30.36	50	140	208.75	1.77	68.79	0.022
Pipe 29	51.71	100	140	1145.9 1	2.43	55.06	0.018
Pipe 30	38.49	100	140	1145.9 1	2.43	55.06	0.018
Pipe 31	14.9	50	140	270	2.29	110.78	0.021
Pipe 32	4	40	140	172.1	2.28	142.66	0.021
Pipe 33	4	30	140	97.9	2.31	203.77	0.023
Pipe 34	27.39	100	140	875.91	1.86	33.47	0.019
Pipe 35	10.56	100	140	875.91	1.86	33.47	0.019

Pipe 36	12.12	30	140	111.5	2.63	259.28	0.022
Pipe 37	33.18	75	140	764.41	2.8	105.63	0.019
Pipe 38	33.48	50	140	265.49	2.25	107.38	0.021
Pipe 39	4	30	140	98.73	2.33	206.98	0.022
Pipe 41	27.87	65	140	498.92	2.51	96.23	0.02
Pipe 42	19.72	65	140	498.92	2.51	96.23	0.02
Pipe 43	4	50	140	211.8	1.8	70.67	0.021
Pipe 44	4	50	140	287.12	2.44	124.14	0.021
Pipe 45	48.53	200	140	3476.6 9	1.84	14.7	0.017
Pipe 46	10.99	50	140	282.21	2.4	120.24	0.021
Pipe 47	4	30	140	97.34	2.3	201.62	0.023
Pipe 48	4	40	140	184.87	2.45	162.88	0.021
Pipe 49	31.81	200	140	3194.4 8	1.7	12.56	0.017
Pipe 50	34.13	65	140	489.94	2.46	93.05	0.02
Pipe 51	4	50	140	314.69	2.67	147.12	0.02
Pipe 52	4	40	140	175.25	2.32	147.54	0.021
Pipe 53	44.39	150	140	2704.5 4	2.55	37.48	0.017
Pipe 54	57.91	65	140	397.78	2	63.26	0.02
Pipe 55	4	40	140	123.43	2.51	77.08	0.023
Pipe 56	4	50	140	274.35	2.33	114.11	0.021
Pipe 57	35.85	150	140	2306.7 6	2.18	27.91	0.017
Pipe 58	46.88	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 59	40.42	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 60	44.16	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 62	4	30	140	99.75	2.35	210.96	0.022
Pipe 63	4	40	140	140.92	1.87	98.52	0.022
Pipe 64	39.46	150	140	2066.0 9	1.95	22.76	0.018
Pipe 65	37.43	150	140	2066.0 9	1.95	22.76	0.018

Pipe 66	33.19	75	140	655.2	2.47	79.39	0.019
Pipe 67	4	50	140	304.42	2.58	138.35	0.02
Pipe 68	4	65	140	350.78	1.76	50.12	0.021
Pipe 69	35.33	125	140	1410.8 ₉	1.92	27.3	0.018
Pipe 70	22.25	75	140	609.77	2.3	69.5	0.019
Pipe 71	4	65	140	387.33	1.95	60.21	0.02
Pipe 72	4	50	140	222.44	1.89	77.38	0.021
Pipe 73	12.89	100	140	801.12	1.7	28.37	0.019
Pipe 74	34.79	100	140	801.12	1.7	28.37	0.019
Pipe 75	27.11	50	140	248.99	2.11	95.35	0.021
Pipe 76	15.72	50	140	248.99	2.11	95.35	0.021
Pipe 77	4	30	140	97.06	2.29	200.55	0.023
Pipe 78	4	40	140	151.93	2.02	113.25	0.022
Pipe 79	25.48	75	140	552.13	2.08	57.82	0.02
Pipe 80	15.82	65	140	484.21	2.43	91.05	0.02
Pipe 81	26.09	65	140	484.21	2.43	91.05	0.02
Pipe 82	27.17	65	140	484.21	2.43	91.05	0.02
Pipe 83	4	50	140	218.65	1.86	74.96	0.021
Pipe 85	17.6	25	140	67.92	2.31	251.63	0.023
Pipe 86	4	20	140	36.18	1.92	232.4	0.025
Pipe 87	4	16	140	31.74	2.63	540.73	0.025
Pipe 88	4	50	140	265.56	2.25	107.43	0.021
Pipe 89	20.83	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 90	4	40	140	166.76	2.21	134.57	0.022
Pipe 1	19.58	150	140	2481.4 ₇	2.34	31.95	0.017
Pipe 40	323.26	200	140	5070.4 ₃	2.69	29.56	0.016
Pipe 61	45.36	250	140	7401.2 ₄	2.51	20.08	0.016
Pump 2	#N/A	#N/A	#N/A	4345.3	0	-44.18	0

Pada data rancangan alternatif kedua tekanan yang dihasilkan berkisar 3.32-46.56 meter dan rata-rata 17.61 meter. Kecepatan yang dihasilkan berkisar diantara 1.70-2.80 m/s dan rata-rata 2.16 m/s.

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 32. 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 model FSHA 200x150 Sentrifugal Pompa Besi	Rp 24,550,800.00	Solar	Rp 6,800.00	8	-	Rp 54,400.00	Pompa EBARA Model FSHA 150x125	Rp 28,999,900.00	Solar	Rp 6,800.00	15	-	Rp 102,000.00
Genet Perkins 65 KVA Silent Type	Rp 100,000,000.00	Oli mesin	Rp 120,000.00	6	100	Rp 7,200.00	Genet 50 KVA Emerald Ultra Silent Type	Rp 75,000,000.00	Oli mesin	Rp 120,000.00	10	250	Rp 4,800.00
Total Investasi Alat	Rp 124,550,800.00	Perawatan Berkala	Rp 1,550,000.00	-	250	Rp 6,200.00	Total Investasi Alat	Rp 103,999,900.00	Perawatan Berkala	Rp 1,800,000.00	-	250	Rp 7,200.00
biaya Investasi Alat	-	Penyusutan Alat	Rp 124,550,800.00	-	8000	Rp 24,910.16	-	-	Penyusutan Alat	Rp 103,999,900.00	-	5400	Rp 19,259.24
-	-	Biaya Operasional	Rp 1,225,205.04	180	30.2	Rp 40,566.07	-	-	Biaya Operasional	Rp 1,438,698.32	212	44	Rp 32,639.46
Total Biaya Investasi Alat	Rp 124,550,800.00	Total Biaya Operasional				Rp 133,276.23	Total Biaya Investasi Alat	Rp 103,999,900.00	Total Biaya Operasional				Rp 165,898.70

Tabel 33. 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	46.94	2.51	46.56	2.08
2	25.46	2.51	21.09	2.74
3	24.59	2.08	23.38	1.73
4	26.81	2.74	22.05	2.27
5	25.58	1.73	21.4	1.70
6	24.88	2.27	21.25	2.71
7	24.79	1.7	22.98	2.56
8	26.41	2.71	19.8	1.87
9	23.25	2.56	19.21	2.24
10	22.73	1.87	19.21	1.79
11	22.69	2.24	20.63	1.99
12	24.16	1.79	24.06	2.19
13	27.57	1.99	23.89	1.98
14	27.38	2.19	23.62	1.74
15	27.13	1.98	18.31	1.79
16	21.84	1.74	17.31	1.97
17	20.84	1.79	14.65	1.97
18	18.16	1.97	14.34	2.48
19	17.85	1.97	14.19	1.74
20	17.65	2.48	18.41	2.05

21	21.94	1.74	17.56	1.83
22	21.06	2.05	14.93	2.06
23	18.45	1.83	14.37	1.77
24	17.87	2.06	14.73	2.43
25	18.26	1.77	19.6	2.43
26	23.06	2.43	18.05	2.29
27	21.51	2.43	17.81	2.28
28	21.29	2.29	17.74	2.31
29	21.22	2.28	23.24	1.86
30	26.71	2.31	20.23	1.86
31	23.75	1.86	22.66	2.63
32	26.18	1.86	21.16	2.80
33	24.60	2.63	20.71	2.25
34	24.13	2.8	20.36	2.33
35	23.84	2.25	22.77	2.51
36	26.24	2.33	19.34	2.51
37	22.79	2.51	18.41	1.80
38	15.21	2.51	17.18	2.44
39	20.71	1.8	24.33	1.84
40	27.79	2.44	21.96	2.40
41	25.48	1.84	18.48	2.30
42	21.95	2.4	18.18	2.45
43	21.66	2.3	18.05	1.70
44	21.51	2.45	15.11	2.46
45	18.65	1.69	10.5	2.67
46	13.96	2.46	12.54	2.32
47	15.98	2.67	17.68	2.55
48	21.15	2.32	17.28	2.00
49	20.73	2.55	16.83	2.51
50	20.34	2	14.24	2.33
51	17.78	2.51	13.96	2.18
52	17.43	2.33	13.9	2.04
53	17.39	2.18	19.32	2.04
54	22.82	2.04	20.61	2.04
55	24.11	2.04	20.77	2.35
56	24.27	2.04	21.04	1.87
57	24.51	2.35	25.41	1.95
58	28.93	1.87	23.06	1.95
59	26.57	1.95	22.72	2.47
60	26.23	1.95	22.86	2.58
61	26.32	2.47	24.84	1.76
62	28.29	2.58	19.87	1.92
63	23.40	1.76	17.17	2.30
64	20.68	1.92	16.5	1.95
65	19.98	2.3	16.9	1.89

66	20.41	1.95	25.13	1.70
67	28.65	1.89	22.44	1.70
68	25.98	1.7	18.66	2.11
69	22.20	1.7	20.35	2.11
70	23.84	2.11	19.29	2.29
71	22.78	2.11	16.17	2.02
72	19.65	2.29	17.25	2.08
73	20.75	2.02	12.9	2.43
74	16.40	2.08	11.75	2.43
75	15.21	2.43	15.52	2.43
76	18.98	2.43	14.95	1.86
77	18.41	2.43	14.7	2.31
78	18.22	1.86	11.39	1.92
79	14.86	2.31	6.8	2.63
80	10.05	1.92	5.97	2.25
81	9.41	2.63	6.26	2.04
82	9.74	2.25	5.71	2.21
83	9.21	2.04	3.81	2.34
84	7.29	2.21	3.53	2.44
85	7.00	2.34	3.32	2.51

Dari perbandingan kedua rancangan, meliputi anggaran biaya, material yang akan 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 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)

Rumus kecepatan:

$$v = \frac{Q}{A} \quad (8)$$

Keterangan:

v = Kecepatan aliran (m/s)

Q = Debit aliran (m³/s)

A = Luas penampang (m²)

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:

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

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:

P₁, P₂ = Tekanan (Pa)

γ₁, γ₂ = Berat jenis fluida (N/m²)

z₁, z₂ = Elevasi (m)

v₁, v₂ = 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)

v₂ = 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 (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*):

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

Keterangan:

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	Demand LPM	Head m	Pressure m
Junc 4	9	0.00	58.20	47.20
Junc 5	24	0.00	49.72	25.72
Junc 6	24	0.00	48.80	24.80
Junc 7	21	0.00	48.09	27.09
Junc 8	21	0.00	46.76	25.76
Junc 9	21	194.87	46.11	25.11
Junc 10	21	97.34	45.96	24.96
Junc 11	21	0.00	47.69	26.69
Junc 12	21	0.00	44.51	23.51
Junc 13	21	314.69	43.92	22.92
Junc 14	21	175.25	43.92	22.92
Junc 15	24	0.00	48.34	24.34
Junc 16	16	0.00	43.77	27.77
Junc 17	16	498.11	43.60	27.60
Junc 18	16	266.95	43.33	27.33
Junc 19	24	0.00	46.02	22.02
Junc 20	24	0.00	45.02	21.02
Junc 21	24	0.00	42.36	18.36
Junc 22	24	123.43	42.05	18.05
Junc 23	24	274.35	41.90	17.90
Junc 24	22	0.00	44.12	22.12
Junc 25	22	0.00	43.27	21.27
Junc 26	22	0.00	40.64	18.64
Junc 27	22	304.42	40.08	18.08
Junc 28	22	350.78	40.44	18.44

Gambar 57. Data hasil node ID J4-J28 alternatif pertama

Node ID	Elevation m	Demand LPM	Head m	Pressure m
Junc 29	19	0.00	42.31	23.31
Junc 30	19	0.00	40.76	21.76
Junc 31	19	387.33	40.52	21.52
Junc 32	19	222.44	40.45	21.45
Junc 33	14	0.00	40.95	26.95
Junc 34	18	0.00	41.94	23.94
Junc 35	12	0.00	38.37	26.37
Junc 36	12	0.00	36.87	24.87
Junc 37	12	151.93	36.42	24.42
Junc 38	12	97.06	36.07	24.07
Junc 39	13	0.00	39.48	26.48
Junc 40	12	0.00	35.05	23.05
Junc 41	12	36.18	27.47	15.47
Junc 42	12	31.74	32.89	20.89
Junc 43	10	0.00	38.04	28.04
Junc 44	10	0.00	35.67	25.67
Junc 45	11	0.00	33.19	22.19
Junc 46	11	218.65	32.89	21.89
Junc 47	11	265.56	32.76	21.76
Junc 48	22	0.00	40.82	18.82
Junc 49	23	0.00	37.21	14.21
Junc 50	17	0.00	33.25	16.25
Junc 51	10	0.00	31.39	21.39
Junc 52	10	140.92	30.99	20.99
Junc 53	10	99.75	30.54	20.54

Gambar 58. Data hasil node ID J29-J53 alternatif pertama

Node ID	Elevation m	Demand LPM	Head m	Pressure m
Junc 54	24	0.00	41.95	17.95
Junc 55	24	211.06	41.67	17.67
Junc 56	24	235.02	41.61	17.61
Junc 57	23	0.00	46.03	23.03
Junc 58	21	192.74	45.32	24.32
Junc 59	21	79.20	45.48	24.48
Junc 60	23	0.00	47.75	24.75
Junc 61	18	0.00	47.12	26.12
Junc 62	17	0.00	43.77	26.77
Junc 63	17	233.73	43.43	26.43
Junc 64	17	345.78	43.57	26.57
Junc 65	18	0.00	46.55	28.55
Junc 66	21	0.00	44.58	23.58
Junc 67	23	0.00	43.88	20.88
Junc 68	23	186.72	43.21	20.21
Junc 69	23	204.95	43.61	20.61
Junc 70	17	0.00	45.84	28.84
Junc 71	19	0.00	45.15	26.15
Junc 72	19	155.63	41.37	22.37
Junc 73	19	208.75	43.06	24.06
Junc 74	20	0.00	43.00	23.00
Junc 75	21	0.00	40.88	19.88
Junc 76	19	0.00	39.96	20.96
Junc 77	21	0.00	39.61	16.61
Junc 78	21	111.50	36.46	15.46

Gambar 59. Data hasil node ID J54-J78 alternatif pertama

Junc 79	20	0.00	39.23	19.23
Junc 80	20	172.10	38.66	18.66
Junc 81	20	97.90	38.41	18.41
Junc 82	21	0.00	36.10	15.10
Junc 83	22	0.00	32.51	10.51
Junc 84	22	98.73	31.88	9.68
Junc 85	22	166.76	31.97	9.97
Junc 86	24	0.00	33.42	9.42
Junc 87	24	0.00	31.52	7.52
Junc 88	24	211.80	31.24	7.24
Junc 89	24	287.12	31.03	7.03

Gambar 60. Data hasil node ID J79-J89 alternatif pertama

Pada gambar dibawah ini terdapat perbandingan perhitungan software EPANET 2.2 dan analitik. Contohnya pada perhitungan pada pipa. Data kecepatan yang dihasilkan 2.51 m/s. Sedangkan hasil perhitungan faktor gesekan untuk analitik 0.015 sedangkan dari EPANET 2.2 yaitu 0.016.

DIKETAHUI PIPA LURUS			
Diameter	250 mm	PIPA-3	
	0.25 m		
panjang	322.99 m		
material	pvc		
kekasaran permukaan	0.046 mm		
koef kekasaran	140		
DIKETAHUI DEBIT			
debit	7401.24 lpm		
	0.123 m ³ /s		
DIHITUNG			
masa jenis air	998 kg/m ³	f kiri	8.248526
viskositas	0.000769 pa.s	f kanan	8.248452
		delta f	0.000075
luas penampang pipa	0.049087 m ²	faktor gesekan	0.015
kecepatan	2.51 m/s	head loss(DW)	6.11
reynold	815319	head loss(HW)	6.39
e/d	0.2 0.000184		

Gambar 61. Hasil perhitungan kecepatan dan faktor gesekan alternatif pertama

Network Table - Links							
Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPM	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 3	322.99	250	140	7401.24	2.51	20.08	0.016
Pipe 4	45.71	250	140	7401.24	2.51	20.08	0.016
Pipe 5	25.17	200	140	3924.55	2.08	18.39	0.017
Pipe 6	47.70	75	140	725.06	2.74	95.78	0.019
Pipe 7	4	75	140	458.11	1.73	40.92	0.020
Pipe 8	4	50	140	266.95	2.27	108.48	0.021
Pipe 9	46.51	200	140	3199.49	1.70	12.60	0.017
Pipe 10	18.32	75	140	718.02	2.71	94.06	0.019
Pipe 11	4	40	140	192.74	2.56	175.96	0.021
Pipe 12	4	30	140	79.20	1.87	137.61	0.023
Pipe 13	52.10	65	140	446.08	2.34	78.21	0.020
Pipe 14	4	50	140	211.06	1.79	70.21	0.021
Pipe 15	4	50	140	235.02	1.99	85.68	0.021
Pipe 17	53.07	75	140	579.51	2.19	63.25	0.019
Pipe 18	4	50	140	233.73	1.98	84.81	0.021
Pipe 19	4	65	140	345.78	1.74	48.80	0.021
Pipe 20	29.51	150	140	1901.96	1.79	19.53	0.018
Pipe 21	32.09	65	140	391.67	1.97	61.47	0.020
Pipe 22	11.39	65	140	391.67	1.97	61.47	0.020
Pipe 23	4	40	140	186.72	2.48	165.92	0.021
Pipe 24	4	50	140	204.95	1.74	66.49	0.022
Pipe 25	22.77	125	140	1510.29	2.05	30.96	0.018
Pipe 26	12.90	65	140	364.38	1.83	53.77	0.020
Pipe 27	31.82	40	140	155.63	2.06	118.41	0.022
Pipe 28	30.36	50	140	208.75	1.77	68.79	0.022

Gambar 62. Data hasil link ID P3-P28 alternatif pertama

Network Table - Links							
Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPM	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 29	51.71	100	140	1145.91	2.43	55.06	0.018
Pipe 30	38.49	100	140	1145.91	2.43	55.06	0.018
Pipe 31	14.90	50	140	270.00	2.29	110.78	0.021
Pipe 32	4	40	140	172.10	2.28	142.66	0.021
Pipe 33	4	30	140	97.90	2.31	203.77	0.023
Pipe 34	27.39	100	140	875.91	1.86	33.47	0.019
Pipe 35	10.56	100	140	875.91	1.86	33.47	0.019
Pipe 36	12.12	30	140	111.50	2.63	259.28	0.022
Pipe 37	33.18	75	140	764.41	2.88	105.63	0.019
Pipe 38	33.48	50	140	265.49	2.25	107.38	0.021
Pipe 39	4	30	140	98.73	2.33	206.98	0.022
Pipe 41	27.87	65	140	498.92	2.51	96.23	0.020
Pipe 42	19.72	65	140	498.92	2.51	96.23	0.020
Pipe 43	4	50	140	211.80	1.80	70.67	0.021
Pipe 44	4	50	140	287.12	2.44	124.14	0.021
Pipe 45	48.53	200	140	3476.69	1.84	14.70	0.017
Pipe 46	10.99	50	140	282.21	2.40	120.24	0.021
Pipe 47	4	30	140	97.34	2.30	201.62	0.023
Pipe 48	4	40	140	184.87	2.45	162.88	0.021
Pipe 49	31.81	200	140	3194.48	1.69	12.56	0.017
Pipe 50	34.13	65	140	489.94	2.46	93.05	0.020
Pipe 51	4	50	140	314.69	2.67	147.12	0.020
Pipe 52	4	40	140	175.25	2.32	147.54	0.021
Pipe 53	44.39	150	140	2704.54	2.55	37.48	0.017
Pipe 54	57.01	65	140	397.78	2.00	63.26	0.020

Gambar 63. Data hasil link ID P29-P54 alternatif pertama

Network Table - Links							
Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPM	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 55	4	40	140	123.43	1.64	77.08	0.023
Pipe 56	4	50	140	274.35	2.33	114.11	0.021
Pipe 57	35.85	150	140	2306.76	2.18	27.91	0.017
Pipe 58	46.88	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 59	40.42	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 60	44.16	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 62	4	30	140	99.75	2.35	210.96	0.022
Pipe 63	4	40	140	140.92	1.87	98.52	0.022
Pipe 64	39.46	150	140	2066.09	1.95	22.76	0.018
Pipe 65	37.43	150	140	2066.09	1.95	22.76	0.018
Pipe 66	33.19	75	140	655.20	2.47	79.39	0.019
Pipe 67	4	50	140	304.42	2.58	138.35	0.020
Pipe 68	4	65	140	350.78	1.76	50.12	0.021
Pipe 69	35.33	125	140	1410.89	1.92	27.30	0.018
Pipe 70	22.25	75	140	609.77	2.30	69.50	0.019
Pipe 71	4	65	140	387.33	1.95	60.21	0.020
Pipe 72	4	50	140	222.44	1.89	77.38	0.021
Pipe 73	12.89	100	140	801.12	1.70	28.37	0.019
Pipe 74	34.79	100	140	801.12	1.70	28.37	0.019
Pipe 75	27.11	50	140	248.09	2.11	95.35	0.021
Pipe 76	15.72	50	140	248.09	2.11	95.35	0.021
Pipe 77	4	30	140	97.06	2.29	200.55	0.023
Pipe 78	4	40	140	151.63	2.02	113.25	0.022
Pipe 79	25.48	75	140	552.13	2.08	57.82	0.020
Pipe 80	15.48	65	140	484.21	2.43	91.05	0.020

Gambar 64. Data hasil link ID P55-P80 alternatif pertama

Pipe 81	26.09	65	140	484.21	2.43	91.05	0.020
Pipe 82	27.17	65	140	484.21	2.43	91.05	0.020
Pipe 83	4	50	140	218.65	1.86	74.96	0.021
Pipe 85	17.60	25	140	67.92	2.31	251.63	0.023
Pipe 86	4	20	140	36.18	1.92	232.40	0.025
Pipe 87	4	16	140	31.74	2.63	540.73	0.025
Pipe 88	4	50	140	265.56	2.25	107.43	0.021
Pipe 89	20.83	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 90	4	40	140	166.76	2.21	134.57	0.022
Pipe 1	19.58	150	140	2481.47	2.34	31.95	0.017

Gambar 65. Data hasil link ID P81-P1 alternatif pertama

Tabel 34. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta tekanan alternatif pertama

NODE ID	LINK ID	DIA MET ER(m m)	Panjan g (m)	Faktor Gesekan		Kecepatan (m/s)		Tekanan (m)	
				Epanet	Excel	Epanet	Excel	Epanet	Excel
Junc 4	Pipe 3	250	322.99	0.016	0.015	2.51	2.51	47.2	46.94

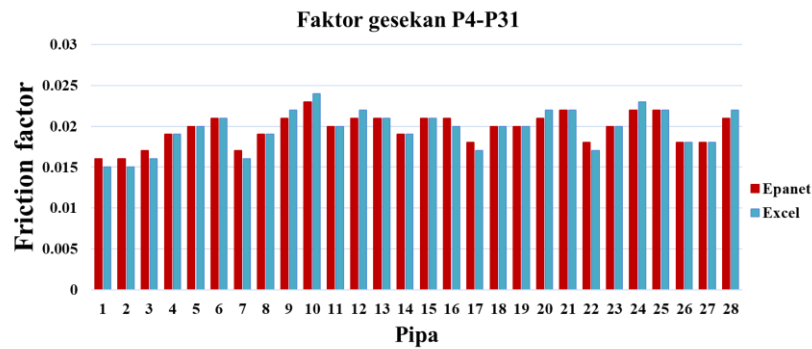
Junc 5	Pipe 4	250	45.71	0.016	0.015	2.51	2.51	25.72	25.46
Junc 6	Pipe 5	200	25.17	0.017	0.016	2.08	2.08	24.8	24.59
Junc 7	Pipe 6	75	47.7	0.019	0.019	2.74	2.74	27.09	26.81
Junc 8	Pipe 7	75	4	0.02	0.02	1.73	1.73	25.76	25.58
Junc 9	Pipe 8	50	4	0.021	0.021	2.27	2.27	25.11	24.88
Junc 10	Pipe 9	200	46.51	0.017	0.016	1.7	1.7	24.96	24.79
Junc 11	Pipe 10	75	18.32	0.019	0.019	2.71	2.71	26.69	26.41
Junc 12	Pipe 11	40	4	0.021	0.022	2.56	2.56	23.51	23.25
Junc 13	Pipe 12	30	4	0.023	0.024	1.87	1.87	22.92	22.73
Junc 14	Pipe 13	65	52.1	0.02	0.02	2.24	2.24	22.92	22.69
Junc 15	Pipe 14	50	4	0.021	0.022	1.79	1.79	24.34	24.16
Junc 16	Pipe 15	50	4	0.021	0.021	1.99	1.99	27.77	27.57
Junc 17	Pipe 17	75	53.07	0.019	0.019	2.19	2.19	27.6	27.38
Junc 18	Pipe 18	50	4	0.021	0.021	1.98	1.98	27.33	27.13
Junc 19	Pipe 19	65	4	0.021	0.02	1.74	1.74	22.02	21.84
Junc 20	Pipe 20	150	29.51	0.018	0.017	1.79	1.79	21.02	20.84
Junc 21	Pipe 21	65	32.09	0.02	0.02	1.97	1.97	18.36	18.16
Junc 22	Pipe 22	65	11.39	0.02	0.02	1.97	1.97	18.05	17.85
Junc 23	Pipe 23	40	4	0.021	0.022	2.48	2.48	17.9	17.65
Junc 24	Pipe 24	50	4	0.022	0.022	1.74	1.74	22.12	21.94
Junc 25	Pipe 25	125	22.77	0.018	0.017	2.05	2.05	21.27	21.06
Junc 26	Pipe 26	65	12.9	0.02	0.02	1.83	1.83	18.64	18.45
Junc 27	Pipe 27	40	31.92	0.022	0.023	2.06	2.06	18.08	17.87
Junc 28	Pipe 28	50	30.36	0.022	0.022	1.77	1.77	18.44	18.26
Junc 29	Pipe 29	100	51.71	0.018	0.018	2.43	2.43	23.31	23.06
Junc 30	Pipe 30	100	38.49	0.018	0.018	2.43	2.43	21.76	21.51
Junc 31	Pipe 31	50	14.9	0.021	0.022	2.29	2.29	21.52	21.29
Junc 32	Pipe 32	40	4	0.021	0.022	2.28	2.28	21.45	21.22

Junc 33	Pipe 33	30	4	0.023	0.024	2.31	2.31	26.95	26.71
Junc 34	Pipe 34	100	27.39	0.019	0.018	1.86	1.86	23.94	23.75
Junc 35	Pipe 35	100	10.56	0.019	0.018	1.86	1.86	26.37	26.18
Junc 36	Pipe 36	30	12.12	0.022	0.024	2.63	2.63	24.87	24.60
Junc 37	Pipe 37	75	33.18	0.019	0.019	2.8	2.8	24.42	24.13
Junc 38	Pipe 38	50	33.48	0.021	0.021	2.25	2.25	24.07	23.84
Junc 39	Pipe 39	30	4	0.022	0.024	2.33	2.33	26.48	26.24
Junc 40	Pipe 41	65	27.87	0.02	0.02	2.51	2.51	23.05	22.79
Junc 41	Pipe 42	65	19.72	0.02	0.02	2.51	2.51	15.47	15.21
Junc 42	Pipe 43	50	4	0.021	0.022	1.8	1.8	20.89	20.71
Junc 43	Pipe 44	50	4	0.021	0.021	2.44	2.44	28.04	27.79
Junc 44	Pipe 45	200	48.53	0.017	0.016	1.84	1.84	25.67	25.48
Junc 45	Pipe 46	50	10.99	0.021	0.021	2.4	2.4	22.19	21.95
Junc 46	Pipe 47	30	4	0.023	0.024	2.3	2.3	21.89	21.66
Junc 47	Pipe 48	40	4	0.021	0.022	2.45	2.45	21.76	21.51
Junc 48	Pipe 49	200	31.81	0.017	0.016	1.7	1.7	18.82	18.65
Junc 49	Pipe 50	65	34.13	0.02	0.02	2.46	2.46	14.21	13.96
Junc 50	Pipe 51	50	4	0.02	0.02	2.67	2.67	16.25	15.98
Junc 51	Pipe 52	40	4	0.021	0.022	2.32	2.32	21.39	21.15
Junc 52	Pipe 53	150	44.39	0.017	0.016	2.55	2.55	20.99	20.73
Junc 53	Pipe 54	65	57.91	0.02	0.018	2	2	20.54	20.34
Junc 54	Pipe 55	40	4	0.023	0.023	2.51	2.51	17.95	17.78
Junc 55	Pipe 56	50	4	0.021	0.021	2.33	2.33	17.67	17.43
Junc 56	Pipe 57	150	35.85	0.017	0.017	2.18	2.18	17.61	17.39
Junc 57	Pipe 58	50	46.88	0.021	0.021	2.04	2.04	23.03	22.82
Junc 58	Pipe 59	50	40.42	0.021	0.021	2.04	2.04	24.32	24.11
Junc 59	Pipe 60	50	44.16	0.021	0.021	2.04	2.04	24.48	24.27
Junc 60	Pipe 62	30	4	0.022	0.024	2.35	2.35	24.75	24.51

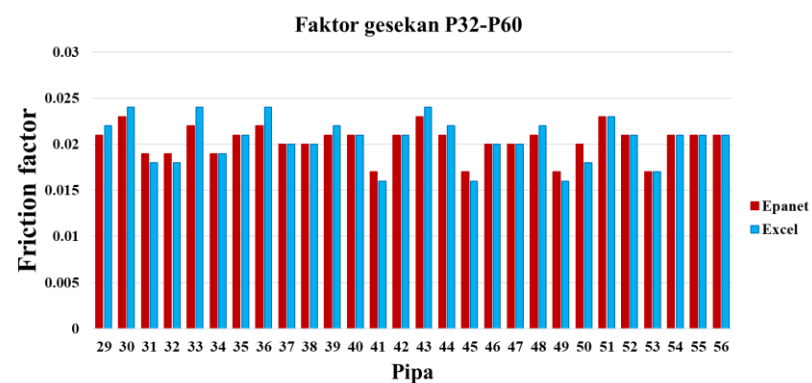
Junc 61	Pipe 63	40	4	0.022	0.023	1.87	1.87	29.12	28.93
Junc 62	Pipe 64	150	39.46	0.018	0.017	1.95	1.95	26.77	26.57
Junc 63	Pipe 65	150	37.43	0.018	0.017	1.95	1.95	26.43	26.23
Junc 64	Pipe 66	75	33.19	0.019	0.019	2.47	2.47	26.57	26.32
Junc 65	Pipe 67	50	4	0.02	0.021	2.58	2.58	28.55	28.29
Junc 66	Pipe 68	65	4	0.021	0.02	1.76	1.76	23.58	23.40
Junc 67	Pipe 69	125	35.33	0.018	0.017	1.92	1.92	20.88	20.68
Junc 68	Pipe 70	75	22.25	0.019	0.02	2.3	2.3	20.21	19.98
Junc 69	Pipe 71	65	4	0.02	0.02	1.95	1.95	20.61	20.41
Junc 70	Pipe 72	50	4	0.021	0.021	1.89	1.89	28.84	28.65
Junc 71	Pipe 73	100	12.89	0.019	0.018	1.7	1.7	26.15	25.98
Junc 72	Pipe 74	100	34.79	0.019	0.019	1.7	1.7	22.37	22.20
Junc 73	Pipe 75	50	27.11	0.021	0.021	2.11	2.11	24.06	23.84
Junc 74	Pipe 76	50	15.72	0.021	0.021	2.11	2.11	23	22.78
Junc 75	Pipe 77	30	4	0.023	0.024	2.29	2.29	19.88	19.65
Junc 76	Pipe 78	40	4	0.022	0.023	2.02	2.02	20.96	20.75
Junc 77	Pipe 79	75	25.48	0.02	0.019	2.08	2.08	16.61	16.40
Junc 78	Pipe 80	65	15.82	0.02	0.02	2.43	2.43	15.46	15.21
Junc 79	Pipe 81	65	26.09	0.02	0.02	2.43	2.43	19.23	18.98
Junc 80	Pipe 82	65	27.17	0.02	0.02	2.43	2.43	18.66	18.41
Junc 81	Pipe 83	50	4	0.021	0.022	1.86	1.86	18.41	18.22
Junc 82	Pipe 85	25	17.6	0.023	0.02	2.31	2.31	15.1	14.86
Junc 83	Pipe 86	13	4	0.025	0.027	1.92	1.92	10.51	10.05
Junc 84	Pipe 87	16	4	0.025	0.029	2.63	2.63	9.68	9.41
Junc 85	Pipe 88	50	4	0.021	0.021	2.25	2.25	9.97	9.74
Junc 86	Pipe 89	50	20.83	0.021	0.021	2.04	2.04	9.42	9.21
Junc 87	Pipe 90	40	4	0.022	0.022	2.21	2.21	7.52	7.29
Junc 88	Pipe 1	150	19.58	0.017	0.022	2.34	2.34	7.24	7.00

Junc 89	-	-	-	-	-	-	-	7.03	-
---------	---	---	---	---	---	---	---	------	---

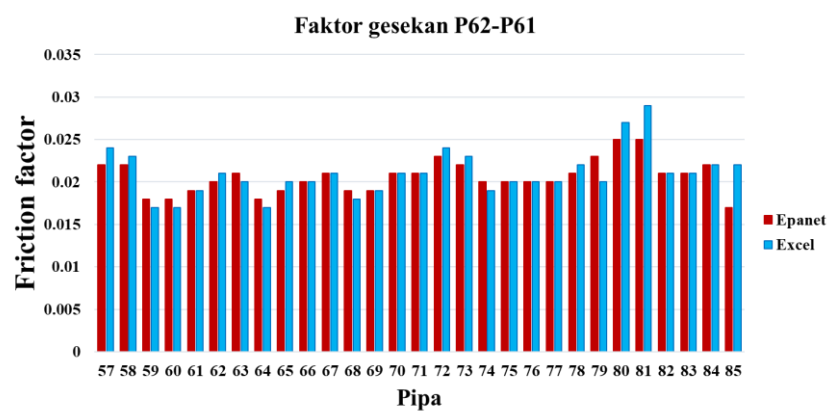
Bisa dilihat pada tabel di atas kecepatan yang didapatkan dari software EPANET 2.2 dan di analitik hasilnya sama. Faktor gesekan yang didapat dari EPANET 2.2 dan di analitik memiliki selisih yaitu, (0.01-0.04) dan selisih tekanan diantara 0.17-0.29 meter. Tekanan yang didapat pada software EPANET 2.2 lebih tinggi dibandingkan dengan hasil analitik.



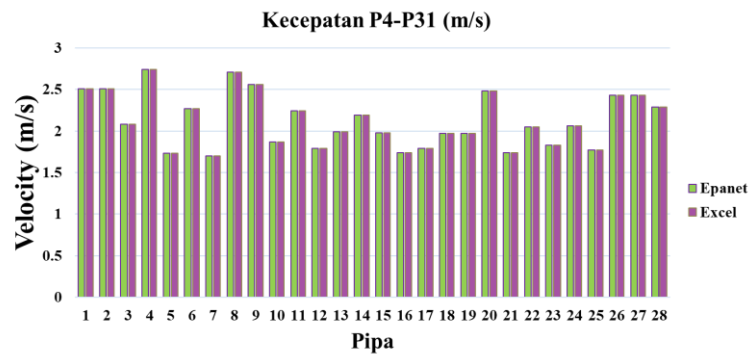
Gambar 66. Grafik perbandingan faktor gesekan P4–P31 alternatif pertama



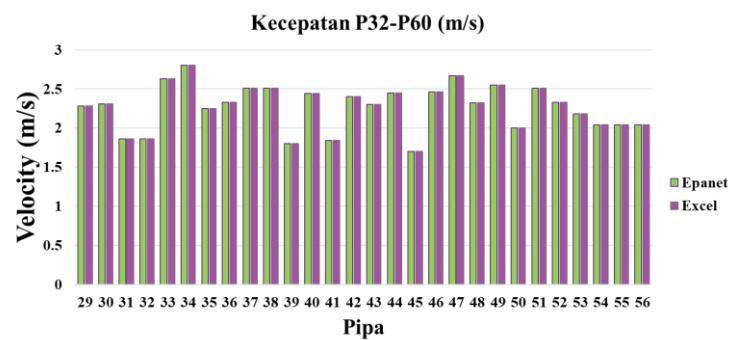
Gambar 67. Grafik perbandingan faktor gesekan P32–P60 alternatif pertama



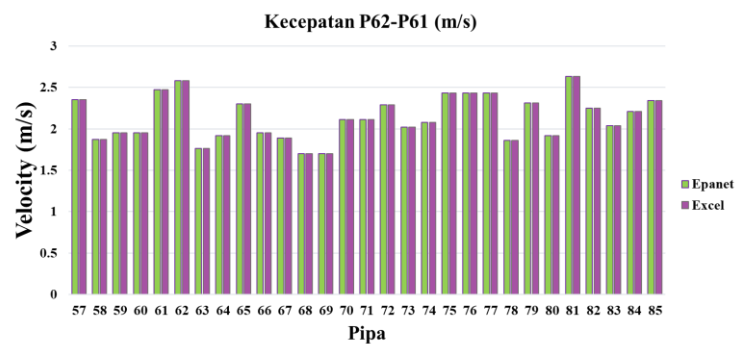
Gambar 68. Grafik perbandingan faktor gesekan P62–P61 alternatif pertama



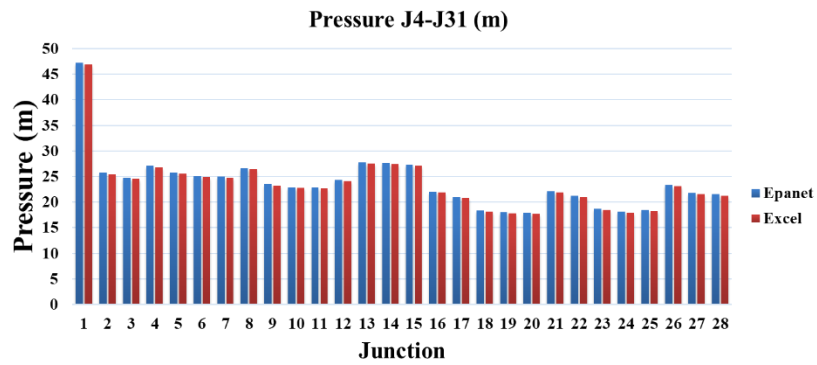
Gambar 69. Grafik perbandingan kecepatan aliran P4-P31 alternatif pertama



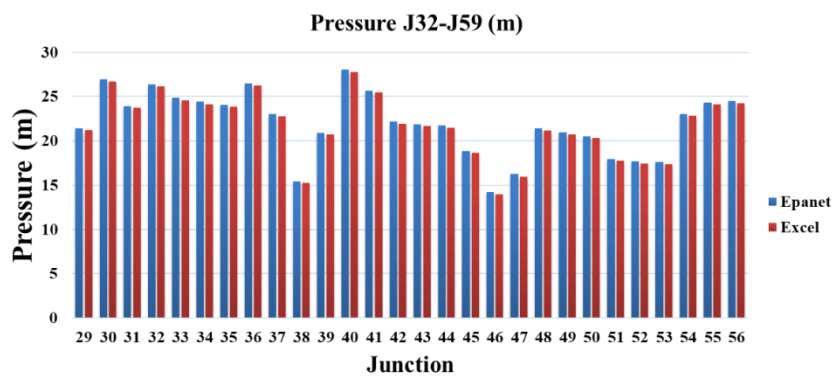
Gambar 70. Grafik perbandingan kecepatan aliran P32-P60 alternatif pertama



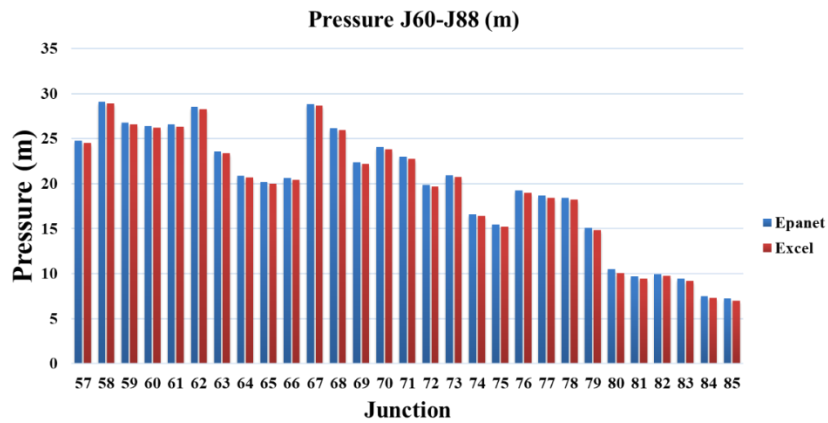
Gambar 71. Grafik perbandingan kecepatan aliran P62-P61 alternatif pertama



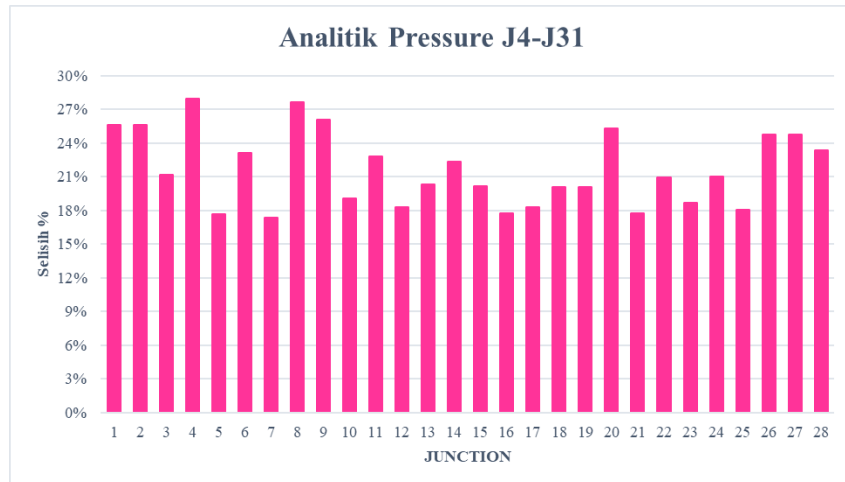
Gambar 72. Grafik perbandingan tekanan J4-J31 alternatif pertama



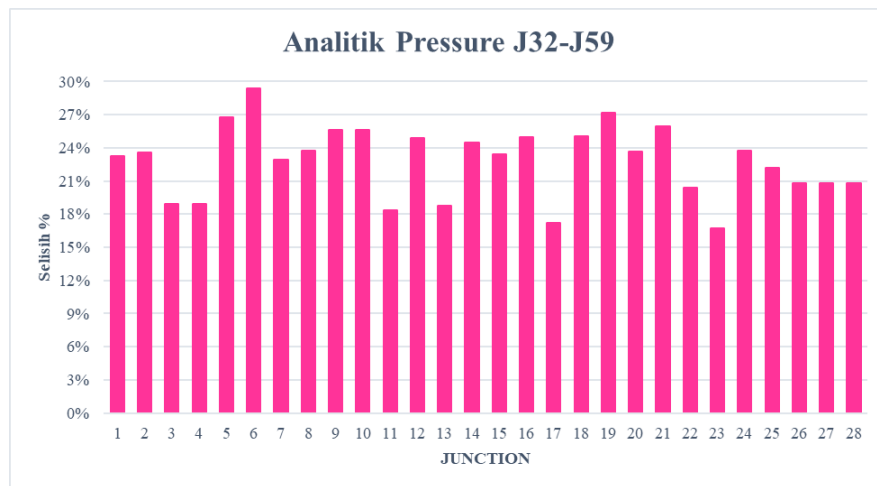
Gambar 73. Grafik perbandingan tekanan J32-J59 alternatif pertama



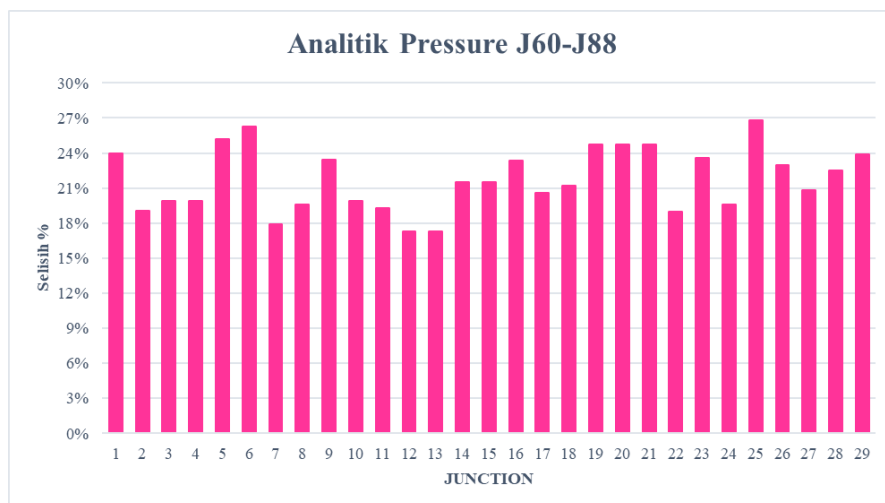
Gambar 74. Grafik perbandingan tekanan J60-J88 alternatif pertama



Gambar 75. Grafik selisih pressure J4-J31 alternatif pertama

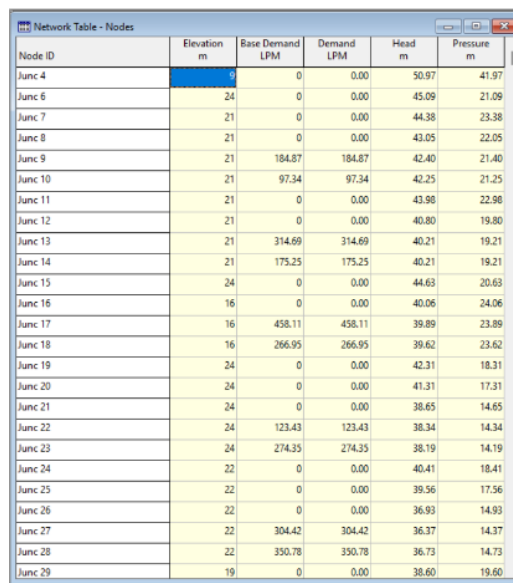


Gambar 76. Grafik selisih pressure J32-J59 alternatif pertama



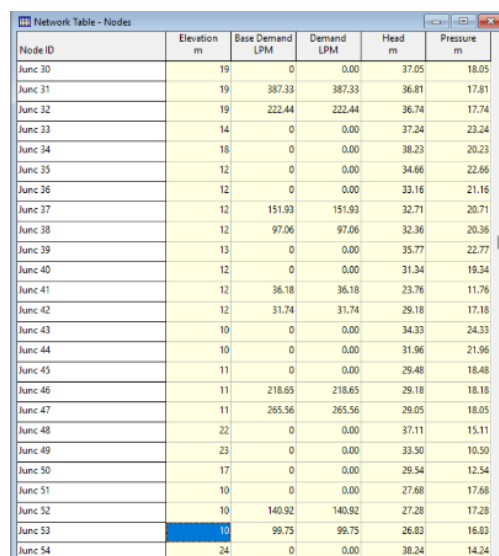
Gambar 77. Grafik selisih pressure J60-J88 alternatif pertama

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 4	0	0	0.00	50.97	41.97
Junc 6	24	0	0.00	45.09	21.09
Junc 7	21	0	0.00	44.38	23.38
Junc 8	21	0	0.00	43.05	22.05
Junc 9	21	184.87	184.87	42.40	21.40
Junc 10	21	97.34	97.34	42.25	21.25
Junc 11	21	0	0.00	43.98	22.98
Junc 12	21	0	0.00	40.80	19.80
Junc 13	21	314.69	314.69	40.21	19.21
Junc 14	21	175.25	175.25	40.21	19.21
Junc 15	24	0	0.00	44.63	20.63
Junc 16	16	0	0.00	40.06	24.06
Junc 17	16	458.11	458.11	39.89	23.89
Junc 18	16	266.95	266.95	39.62	23.62
Junc 19	24	0	0.00	42.31	18.31
Junc 20	24	0	0.00	41.31	17.31
Junc 21	24	0	0.00	38.65	14.65
Junc 22	24	123.43	123.43	38.34	14.34
Junc 23	24	274.35	274.35	38.19	14.19
Junc 24	22	0	0.00	40.41	18.41
Junc 25	22	0	0.00	39.56	17.56
Junc 26	22	0	0.00	36.93	14.93
Junc 27	22	304.42	304.42	36.37	14.37
Junc 28	22	350.78	350.78	36.73	14.73
Junc 29	19	0	0.00	38.60	19.60

Gambar 78. Data hasil node ID J4-J29 alternatif kedua



Node ID	Elevation m	Base Demand LPM	Demand LPM	Head m	Pressure m
Junc 30	19	0	0.00	37.05	18.05
Junc 31	19	387.33	387.33	36.81	17.81
Junc 32	19	222.44	222.44	36.74	17.74
Junc 33	14	0	0.00	37.24	23.24
Junc 34	18	0	0.00	38.23	20.23
Junc 35	12	0	0.00	34.66	22.66
Junc 36	12	0	0.00	33.16	21.16
Junc 37	12	151.93	151.93	32.71	20.71
Junc 38	12	97.06	97.06	32.36	20.36
Junc 39	13	0	0.00	35.77	22.77
Junc 40	12	0	0.00	31.34	19.34
Junc 41	12	36.18	36.18	23.76	11.76
Junc 42	12	31.74	31.74	29.18	17.18
Junc 43	10	0	0.00	34.33	24.33
Junc 44	10	0	0.00	31.96	21.96
Junc 45	11	0	0.00	29.48	18.48
Junc 46	11	218.65	218.65	29.18	18.18
Junc 47	11	265.56	265.56	29.05	18.05
Junc 48	22	0	0.00	37.11	15.11
Junc 49	23	0	0.00	33.50	10.50
Junc 50	17	0	0.00	29.54	12.54
Junc 51	10	0	0.00	27.68	17.68
Junc 52	10	140.92	140.92	27.28	17.28
Junc 53	10	99.75	99.75	26.83	16.83
Junc 54	24	0	0.00	38.24	14.24

Gambar 79. Data hasil node ID J30-J54 alternatif kedua

Network Table - Nodes					
Node ID	Elevation m	Base Demand LPM	Demand LPM	Head m	Pressure m
Junc 55	24	211.06	211.06	37.96	13.96
Junc 56	24	235.02	235.02	37.90	13.90
Junc 57	23	0	0.00	42.32	19.32
Junc 58	21	192.74	192.74	41.61	20.61
Junc 59	21	79.20	79.20	41.77	20.77
Junc 60	23	0	0.00	44.04	21.04
Junc 61	18	0	0.00	43.41	25.41
Junc 62	17	0	0.00	40.06	23.06
Junc 63	17	233.73	233.73	39.72	22.72
Junc 64	17	345.78	345.78	39.86	22.86
Junc 65	18	0	0.00	42.84	24.84
Junc 66	21	0	0.00	40.87	19.87
Junc 67	23	0	0.00	40.17	17.17
Junc 68	23	186.72	186.72	39.50	16.50
Junc 69	23	204.95	204.95	39.90	16.90
Junc 70	17	0	0.00	42.13	25.13
Junc 71	19	0	0.00	41.44	22.44
Junc 72	19	155.63	155.63	37.66	18.66
Junc 73	19	208.75	208.75	39.35	20.35
Junc 74	20	0	0.00	39.29	19.29
Junc 75	21	0	0.00	37.17	16.17
Junc 76	19	0	0.00	36.25	17.25
Junc 77	23	0	0.00	35.90	12.90
Junc 78	21	111.50	111.50	32.75	11.75
Junc 79	20	0	0.00	35.52	15.52

Gambar 80. Data hasil node ID J55-J79 alternatif kedua

Junc 80	20	172.10	172.10	34.95	14.95
Junc 81	20	97.90	97.90	34.70	14.70
Junc 82	21	0	0.00	32.39	11.39
Junc 83	22	0	0.00	28.80	6.80
Junc 84	22	98.73	98.73	27.97	5.97
Junc 85	22	166.76	166.76	28.26	6.26
Junc 86	24	0	0.00	29.71	5.71
Junc 87	24	0	0.00	27.81	3.81
Junc 88	24	211.80	211.80	27.53	3.53
Junc 89	24	287.12	287.12	27.32	3.32

Gambar 81. Data hasil node ID J80-J89 alternatif kedua

Pada gambar di bawah ini terdapat perbandingan perhitungan analitik dan software EPANET 2.2, contohnya pada perhitungan pipa. Hasil data kecepatan yang dihasilkan yaitu 2.08 m/s sedangkan hasil dari faktor gesekan dari software EPANET 2.2 0.017 dan di analitik 0.016.

DIKETAHUI PIPA LURUS		PIPA-5	
Diameter	200 mm		
	0.2 m		
panjang	25.17 m		
material	pvc		
kekasaran	0.046 mm		
koef kek	140		
DIKETAHUI DEBIT			
debit	3924.55 lpm		
	0.065409 m ³ /s		
DIHITUNG			
masa jenis	998 kg/m ³	f kiri	8.005712
viskositas	0.000769 pa.s	f kanan	8.005702
		delta f	0.000010
luas penan	0.031416 m ²	f tebak	0.016
kecepatan	2.08 m/s	head loss(DW)	0.43
reynold	540409.5	head loss(HW)	0.45
e/d	0.2 0.00023		

Gambar 82. Hasil perhitungan kecepatan dan faktor gesekan alternatif kedua

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS/s	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 5	25.17	200	140	3024.55	2.08	18.39	0.017
Pipe 6	47.30	75	140	725.06	2.34	95.76	0.019
Pipe 7	4	75	140	458.11	1.73	40.92	0.020
Pipe 8	4	50	140	266.95	2.27	108.48	0.021
Pipe 9	46.51	200	140	3199.49	1.70	12.40	0.017
Pipe 10	18.32	75	140	718.02	2.71	94.06	0.019
Pipe 11	4	40	140	182.74	2.56	175.06	0.021
Pipe 12	4	30	140	79.20	1.87	137.61	0.023
Pipe 13	52.10	65	140	446.08	2.24	79.21	0.020
Pipe 14	4	50	140	211.06	1.79	70.21	0.021
Pipe 15	4	50	140	235.02	1.89	85.08	0.021
Pipe 17	53.07	75	140	579.51	2.19	63.25	0.019
Pipe 18	4	50	140	233.73	1.86	84.81	0.021
Pipe 19	4	65	140	343.78	1.74	48.80	0.021
Pipe 20	26.51	150	140	1801.96	1.79	19.53	0.018
Pipe 21	32.09	85	140	391.67	1.97	81.47	0.020
Pipe 22	11.39	65	140	391.67	1.07	61.47	0.020
Pipe 23	4	40	140	186.12	2.48	165.92	0.021
Pipe 24	4	50	140	204.95	1.74	68.49	0.022
Pipe 25	22.77	125	140	1510.29	2.05	30.06	0.018
Pipe 26	12.90	85	140	394.18	1.83	53.77	0.020
Pipe 27	31.92	40	140	155.63	2.06	118.41	0.022
Pipe 28	30.36	50	140	208.75	1.77	68.79	0.022
Pipe 29	51.71	100	140	1145.91	2.43	55.06	0.018
Pipe 30	38.49	100	140	1145.91	2.43	55.06	0.018

Gambar 83. Data hasil link ID P5-P30 alternatif kedua

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS/s	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 31	14.40	50	140	270.00	2.29	110.78	0.021
Pipe 32	4	40	140	172.10	2.28	142.66	0.021
Pipe 33	4	30	140	97.80	2.31	263.77	0.023
Pipe 34	27.39	100	140	875.91	1.86	33.47	0.019
Pipe 35	10.56	100	140	875.91	1.86	33.47	0.019
Pipe 36	12.12	30	140	111.50	2.63	259.28	0.022
Pipe 37	33.18	75	140	764.41	2.88	105.63	0.019
Pipe 38	33.80	50	140	285.49	2.25	107.16	0.021
Pipe 39	4	30	140	98.73	2.33	206.96	0.022
Pipe 41	27.87	65	140	488.92	2.51	96.23	0.020
Pipe 42	19.72	65	140	488.92	2.51	96.23	0.020
Pipe 43	4	50	140	211.80	1.80	70.67	0.021
Pipe 44	4	50	140	287.12	2.44	124.14	0.021
Pipe 45	48.53	200	140	3476.69	1.84	14.70	0.017
Pipe 46	10.99	50	140	282.21	2.40	120.24	0.021
Pipe 47	4	30	140	97.34	2.30	201.62	0.023
Pipe 48	4	40	140	184.87	2.45	162.86	0.021
Pipe 49	31.81	200	140	3194.48	1.69	12.56	0.017
Pipe 50	34.13	65	140	489.94	2.46	93.05	0.020
Pipe 51	4	50	140	314.69	2.67	147.12	0.020
Pipe 52	4	40	140	175.25	2.32	147.54	0.021
Pipe 53	44.39	150	140	2704.54	2.55	37.48	0.017
Pipe 54	57.91	65	140	387.78	2.00	63.26	0.020
Pipe 55	4	40	140	123.43	1.64	77.08	0.022
Pipe 56	4	50	140	274.35	2.33	114.11	0.021

Gambar 84. Data hasil link ID P31-P56 alternatif kedua

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS/s	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 57	35.85	150	140	2306.76	2.18	27.91	0.017
Pipe 58	46.88	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 59	40.42	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 60	44.16	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 62	4	30	140	99.75	2.35	210.96	0.022
Pipe 63	4	40	140	140.92	1.87	98.52	0.022
Pipe 64	39.46	150	140	2066.09	1.95	22.76	0.018
Pipe 65	37.43	150	140	2066.09	1.95	22.76	0.018
Pipe 66	33.19	75	140	655.20	2.47	79.39	0.019
Pipe 67	4	50	140	304.42	2.58	138.35	0.020
Pipe 68	4	65	140	350.78	1.76	50.12	0.021
Pipe 69	35.33	125	140	1410.89	1.82	27.30	0.018
Pipe 70	22.25	75	140	606.77	2.30	69.50	0.019
Pipe 71	4	65	140	387.33	1.95	60.21	0.020
Pipe 72	4	50	140	232.44	1.88	77.38	0.021
Pipe 73	12.89	100	140	801.12	1.70	28.37	0.019
Pipe 74	34.79	100	140	801.12	1.70	28.37	0.019
Pipe 75	27.11	50	140	348.99	2.11	95.35	0.021
Pipe 76	15.72	50	140	348.99	2.11	95.35	0.021
Pipe 77	4	30	140	97.06	2.29	200.55	0.023
Pipe 78	4	40	140	151.89	2.02	113.25	0.022
Pipe 79	25.48	75	140	552.13	2.08	57.82	0.020
Pipe 80	15.82	65	140	484.21	2.43	91.05	0.020
Pipe 81	26.06	65	140	484.21	2.43	91.05	0.020
Pipe 82	27.17	65	140	484.21	2.43	91.05	0.020

Gambar 85. Data hasil link ID P57-P82 alternatif kedua

Pipe 83	4	50	140	218.65	1.86	74.96	0.021
Pipe 85	17.60	25	140	67.82	2.31	251.63	0.023
Pipe 86	4	13	140	36.18	4.54	1894.70	0.023
Pipe 87	4	16	140	31.74	2.63	540.73	0.025
Pipe 88	4	50	140	265.56	2.25	107.43	0.021
Pipe 89	20.83	50	140	240.67	2.04	89.53	0.021
Pipe 90	4	40	140	166.76	2.21	134.57	0.022
Pipe 1	19.58	150	140	2481.47	2.34	31.95	0.017
Pipe 40	323.26	300	140	10345.20	2.44	15.36	0.015
Pipe 61	45.36	250	140	7401.24	2.51	20.08	0.016
Pump 2	#N/A	#N/A	#N/A	10345.20	0.00	-41.97	0.000

Gambar 86. Data hasil link ID P83-P61 alternatif kedua

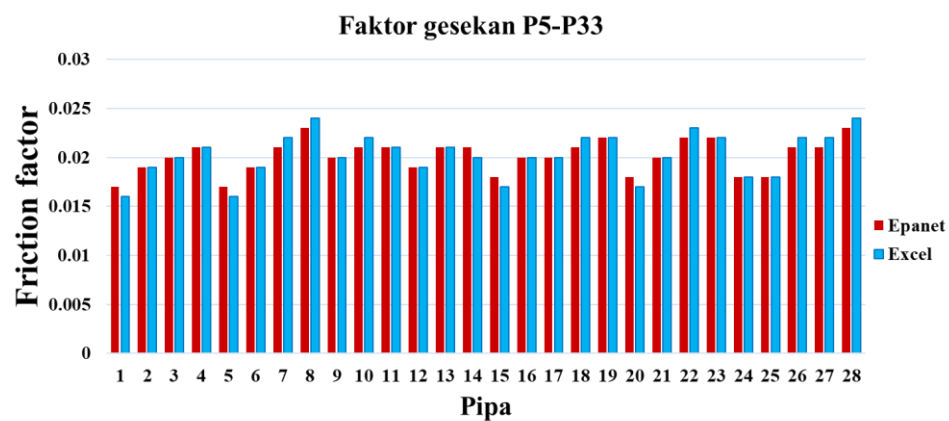
Tabel 35. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta tekanan alternatif kedua

NODE ID	LINK ID	DIAMETER (mm)	Panjang (m)	Faktor Gesekan		Kecepatan (m/s)		Tekanan (m)	
				Epanet	Excel	Epanet	Excel	Epanet	Excel
Junc 4	Pipe 5	200	25.17	0.017	0.016	2.08	2.08	46.56	41.76
Junc 6	Pipe 6	75	47.7	0.019	0.019	2.74	2.74	21.09	20.81
Junc 7	Pipe 7	75	4	0.02	0.02	1.73	1.73	23.38	23.20
Junc 8	Pipe 8	50	4	0.021	0.021	2.27	2.27	22.05	21.82
Junc 9	Pipe 9	200	46.51	0.017	0.016	1.7	1.7	21.4	21.23
Junc 10	Pipe 10	75	18.32	0.019	0.019	2.71	2.71	21.25	20.97
Junc 11	Pipe 11	40	4	0.021	0.022	2.56	2.56	22.98	22.72
Junc 12	Pipe 12	30	4	0.023	0.024	1.87	1.87	19.8	19.61
Junc 13	Pipe 13	65	52.1	0.02	0.02	2.24	2.24	19.21	18.98
Junc 14	Pipe 14	50	4	0.021	0.022	1.79	1.79	19.21	19.03
Junc 15	Pipe 15	50	4	0.021	0.021	1.99	1.99	20.63	20.43
Junc 16	Pipe 17	75	53.07	0.019	0.019	2.19	2.19	24.06	23.84
Junc 17	Pipe 18	50	4	0.021	0.021	1.98	1.98	23.89	23.69
Junc 18	Pipe 19	65	4	0.021	0.02	1.74	1.74	23.62	23.44
Junc 19	Pipe 20	150	29.51	0.018	0.017	1.79	1.79	18.31	18.13
Junc 20	Pipe 21	65	32.09	0.02	0.02	1.97	1.97	17.31	17.11
Junc 21	Pipe 22	65	11.39	0.02	0.02	1.97	1.97	14.65	14.45
Junc 22	Pipe 23	40	4	0.021	0.022	2.48	2.48	14.34	14.09
Junc 23	Pipe 24	50	4	0.022	0.022	1.74	1.74	14.19	14.01
Junc 24	Pipe 25	125	22.77	0.018	0.017	2.05	2.05	18.41	18.20
Junc 25	Pipe 26	65	12.9	0.02	0.02	1.83	1.83	17.56	17.37

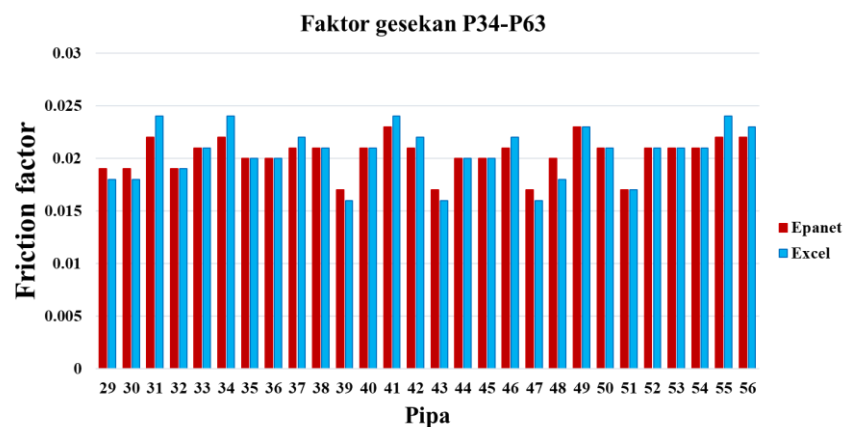
Junc 26	Pipe 27	40	31.92	0.022	0.023	2.06	2.06	14.93	14.72
Junc 27	Pipe 28	50	30.36	0.022	0.022	1.77	1.77	14.37	14.19
Junc 28	Pipe 29	100	51.71	0.018	0.018	2.43	2.43	14.73	14.48
Junc 29	Pipe 30	100	38.49	0.018	0.018	2.43	2.43	19.6	19.35
Junc 30	Pipe 31	50	14.9	0.021	0.022	2.29	2.29	18.05	17.82
Junc 31	Pipe 32	40	4	0.021	0.022	2.28	2.28	17.81	17.58
Junc 32	Pipe 33	30	4	0.023	0.024	2.31	2.31	17.74	17.50
Junc 33	Pipe 34	100	27.39	0.019	0.018	1.86	1.86	23.24	23.05
Junc 34	Pipe 35	100	10.56	0.019	0.018	1.86	1.86	20.23	20.04
Junc 35	Pipe 36	30	12.12	0.022	0.024	2.63	2.63	22.66	22.39
Junc 36	Pipe 37	75	33.18	0.019	0.019	2.8	2.88	21.16	20.87
Junc 37	Pipe 38	50	33.48	0.021	0.021	2.25	2.25	20.71	20.48
Junc 38	Pipe 39	30	4	0.022	0.024	2.33	2.33	20.36	20.12
Junc 39	Pipe 41	65	27.87	0.02	0.02	2.51	2.51	22.77	22.51
Junc 40	Pipe 42	65	19.72	0.02	0.02	2.51	2.51	19.34	19.08
Junc 41	Pipe 43	50	4	0.021	0.022	1.8	1.8	18.41	11.58
Junc 42	Pipe 44	50	4	0.021	0.021	2.44	2.44	17.18	16.93
Junc 43	Pipe 45	200	48.53	0.017	0.016	1.84	1.84	24.33	24.14
Junc 44	Pipe 46	50	10.99	0.021	0.021	2.4	2.4	21.96	21.72
Junc 45	Pipe 47	30	4	0.023	0.024	2.3	2.3	18.48	18.25
Junc 46	Pipe 48	40	4	0.021	0.022	2.45	2.45	18.18	17.93
Junc 47	Pipe 49	200	31.81	0.017	0.016	1.7	1.69	18.05	17.88
Junc 48	Pipe 50	65	34.13	0.02	0.02	2.46	2.46	15.11	14.86
Junc 49	Pipe 51	50	4	0.02	0.02	2.67	2.67	10.5	10.23
Junc 50	Pipe 52	40	4	0.021	0.022	2.32	2.32	12.54	12.30
Junc 51	Pipe 53	150	44.39	0.017	0.016	2.55	2.55	17.68	17.42
Junc 52	Pipe 54	65	57.91	0.02	0.018	2	2	17.28	17.08
Junc 53	Pipe 55	40	4	0.023	0.023	2.51	1.64	16.83	16.66

Junc 54	Pipe 56	50	4	0.021	0.021	2.33	2.33	14.24	14.00
Junc 55	Pipe 57	150	35.85	0.017	0.017	2.18	2.18	13.96	13.74
Junc 56	Pipe 58	50	46.88	0.021	0.021	2.04	2.04	13.9	13.69
Junc 57	Pipe 59	50	40.42	0.021	0.021	2.04	2.04	19.32	19.11
Junc 58	Pipe 60	50	44.16	0.021	0.021	2.04	2.04	20.61	20.40
Junc 59	Pipe 62	30	4	0.022	0.024	2.35	2.35	20.77	20.53
Junc 60	Pipe 63	40	4	0.022	0.023	1.87	1.87	21.04	20.85
Junc 61	Pipe 64	150	39.46	0.018	0.017	1.95	1.95	25.41	25.21
Junc 62	Pipe 65	150	37.43	0.018	0.017	1.95	1.95	23.06	22.86
Junc 63	Pipe 66	75	33.19	0.019	0.019	2.47	2.47	22.72	22.47
Junc 64	Pipe 67	50	4	0.02	0.021	2.58	2.58	22.86	22.60
Junc 65	Pipe 68	65	4	0.021	0.02	1.76	1.76	24.84	24.66
Junc 66	Pipe 69	125	35.33	0.018	0.017	1.92	1.92	19.87	19.67
Junc 67	Pipe 70	75	22.25	0.019	0.02	2.3	2.3	17.17	16.94
Junc 68	Pipe 71	65	4	0.02	0.02	1.95	1.95	16.5	16.30
Junc 69	Pipe 72	50	4	0.021	0.021	1.89	1.89	16.9	16.71
Junc 70	Pipe 73	100	12.89	0.019	0.018	1.7	1.7	25.13	24.96
Junc 71	Pipe 74	100	34.79	0.019	0.019	1.7	1.7	22.44	22.27
Junc 72	Pipe 75	50	27.11	0.021	0.021	2.11	2.11	18.66	18.44
Junc 73	Pipe 76	50	15.72	0.021	0.021	2.11	2.11	20.35	20.13
Junc 74	Pipe 77	30	4	0.023	0.024	2.29	2.29	19.29	19.06
Junc 75	Pipe 78	40	4	0.022	0.023	2.02	2.02	16.17	15.96
Junc 76	Pipe 79	75	25.48	0.02	0.019	2.08	2.08	17.25	17.04
Junc 77	Pipe 80	65	15.82	0.02	0.02	2.43	2.43	12.9	12.65
Junc 78	Pipe 81	65	26.09	0.02	0.02	2.43	2.43	11.75	11.50
Junc 79	Pipe 82	65	27.17	0.02	0.02	2.43	2.43	15.52	15.27
Junc 80	Pipe 83	50	4	0.021	0.022	1.86	1.86	14.95	14.76
Junc 81	Pipe 85	25	17.6	0.023	0.025	2.31	2.31	14.7	14.46

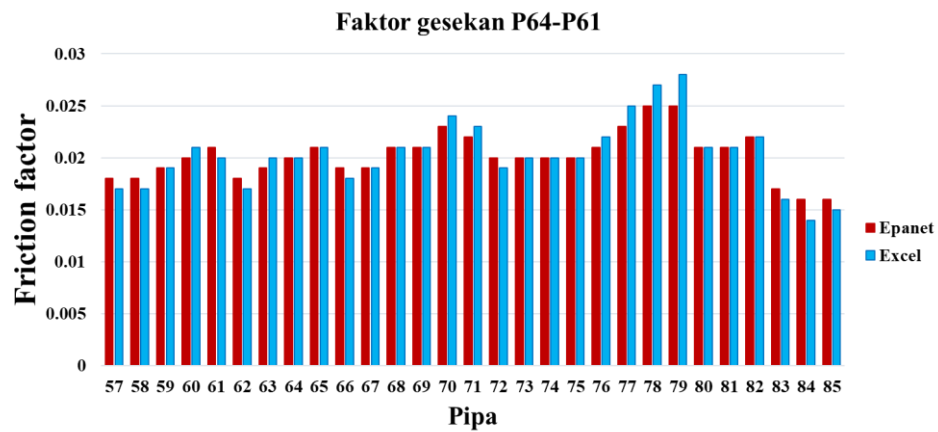
Junc 82	Pipe 86	20	4	0.025	0.027	1.92	1.92	11.39	10.93
Junc 83	Pipe 87	16	4	0.025	0.028	2.63	2.63	6.8	6.53
Junc 84	Pipe 88	50	4	0.021	0.021	2.25	2.25	5.97	5.74
Junc 85	Pipe 89	50	20.83	0.021	0.021	2.04	2.04	6.26	6.05
Junc 86	Pipe 90	40	4	0.022	0.022	2.21	2.21	5.71	5.48
Junc 87	Pipe 1	150	19.58	0.017	0.016	2.34	2.34	3.81	3.57
Junc 88	Pipe 40	200	323.26	0.016	0.014	2.44	2.44	3.53	3.28
Junc 89	Pipe 61	250	45.36	0.016	0.015	2.51	2.51	3.32	3.06
Resvr 3	Pump 2	#N/A	#N/A	0	-	-	-	0	-
Tank 1	-	-	-	-	-	-	-	15	-



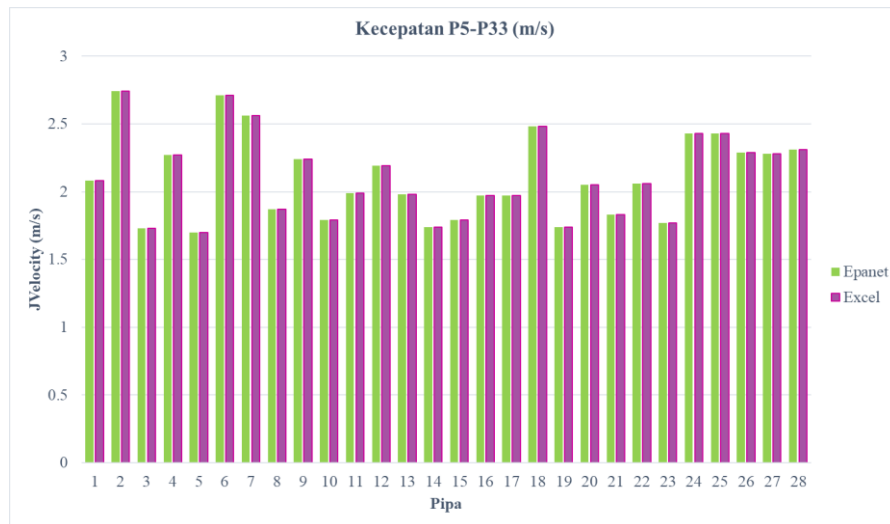
Gambar 87. Grafik perbandingan faktor gesekan P5-P33 alternatif kedua



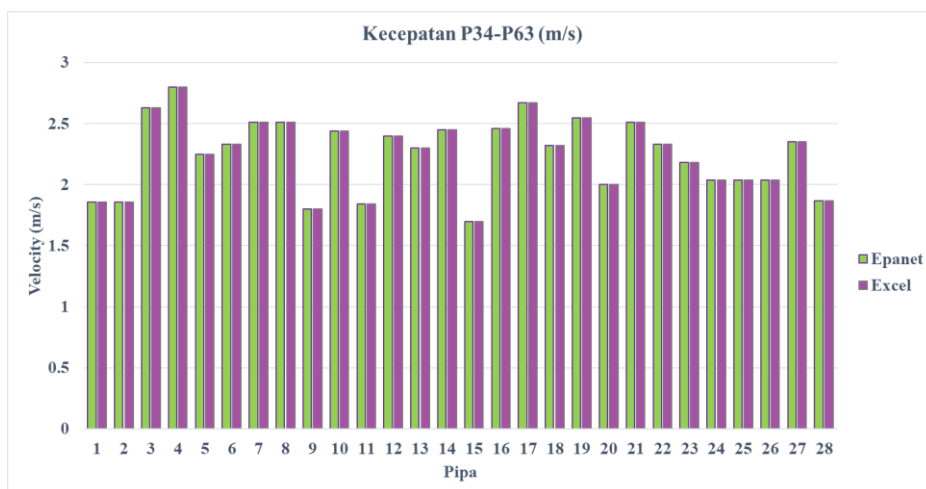
Gambar 88. Grafik perbandingan faktor gesekan P34-P63 alternatif kedua



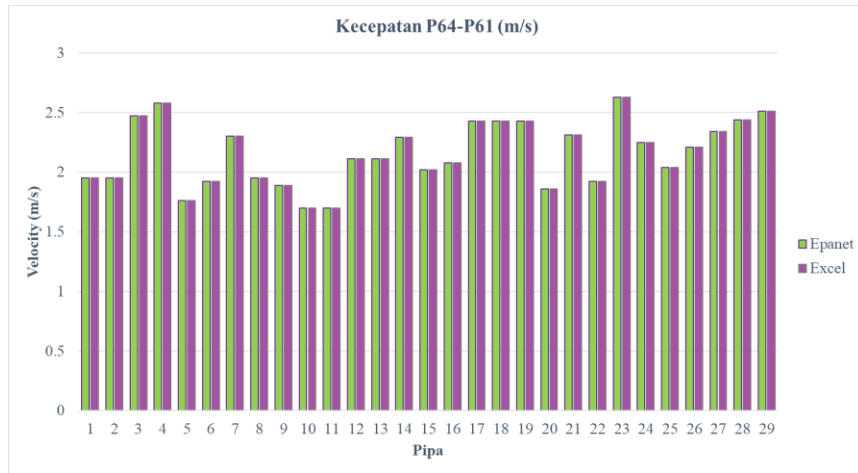
Gambar 89. Grafik perbandingan faktor gesekan P64-P61 alternatif kedua



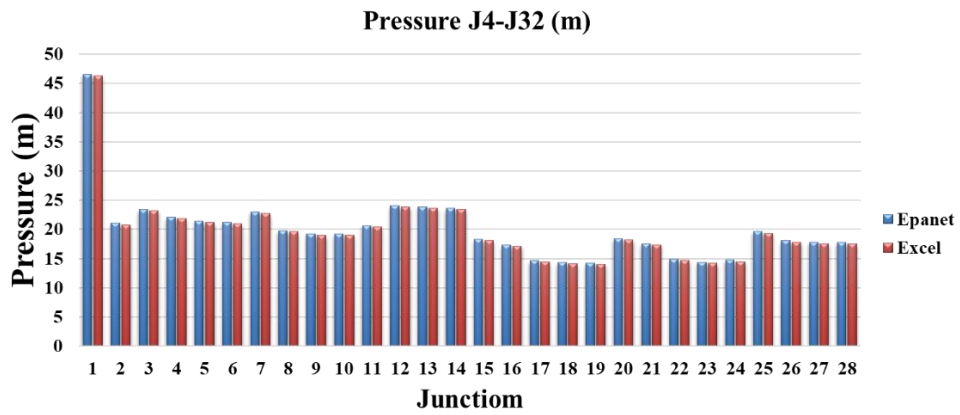
Gambar 90. Grafik perbandingan kecepatan aliran P5-P33 alternatif kedua



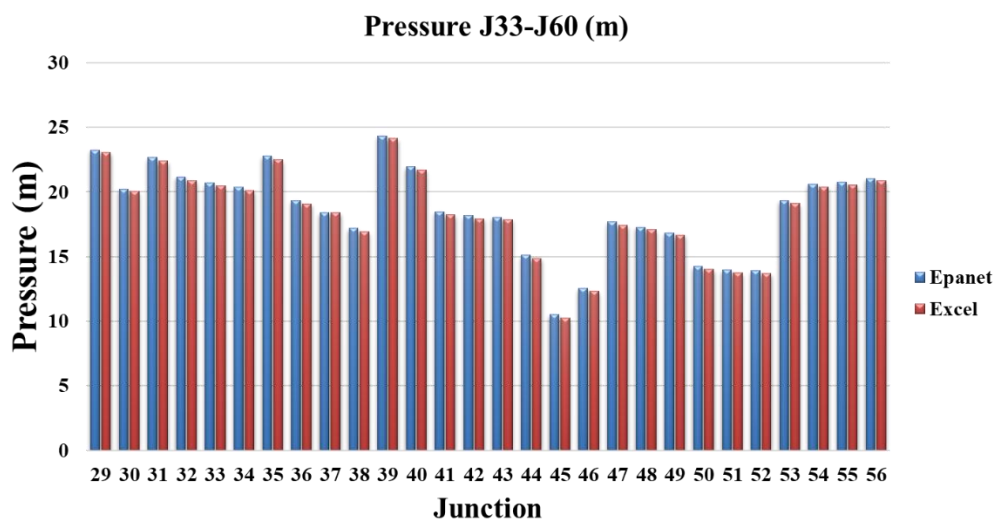
Gambar 91. Grafik perbandingan kecepatan aliran P34-P63 alternatif kedua



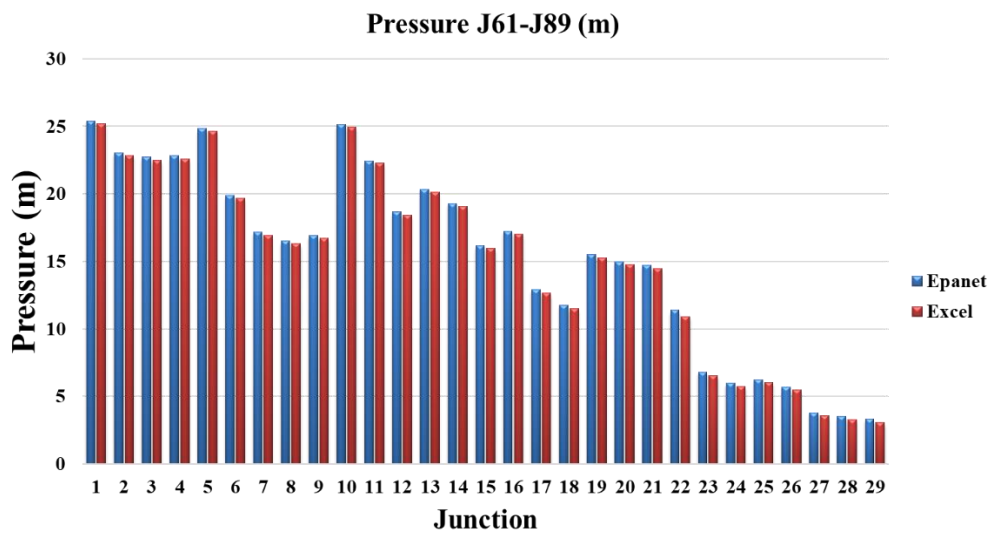
Gambar 92. Grafik perbandingan kecepatan aliran P64-P61 alternatif kedua



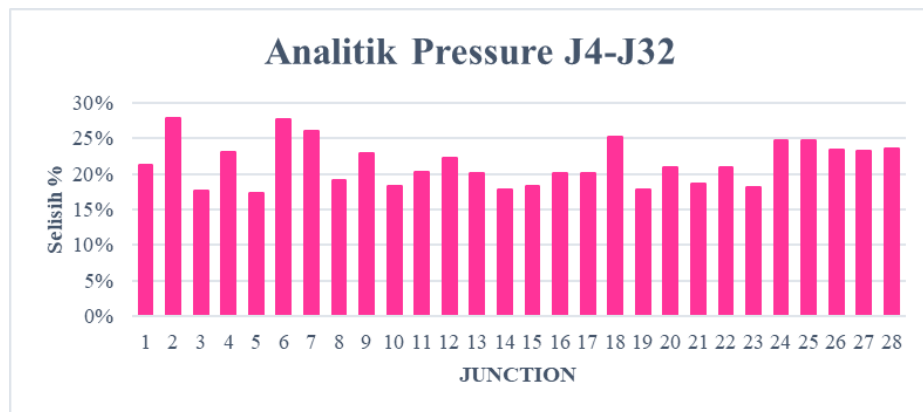
Gambar 93. Grafik perbandingan tekanan J4-J32 alternatif kedua



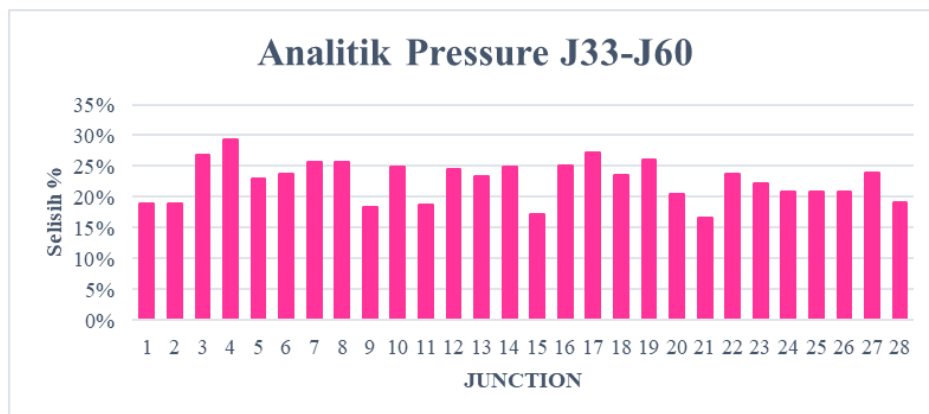
Gambar 94. Grafik perbandingan tekanan J33-J60 alternatif kedua



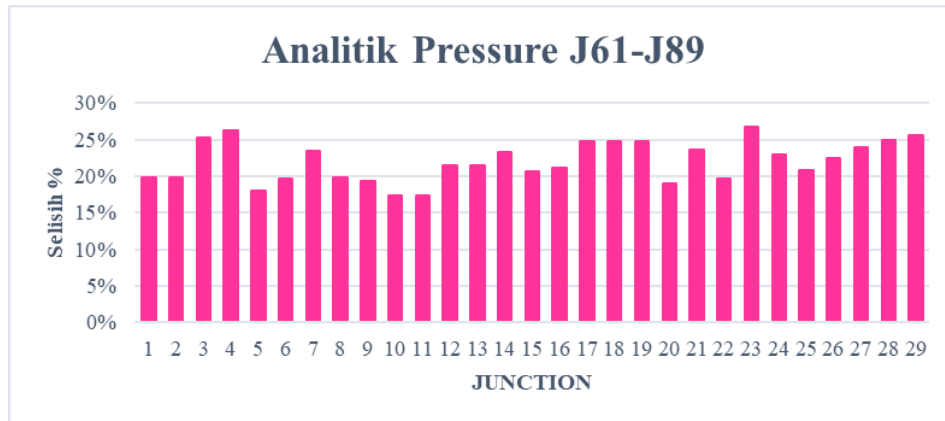
Gambar 95. Grafik perbandingan tekanan J61-J89 alternatif kedua



Gambar 96. Grafik selisih pressure J4-J32 alternatif kedua



Gambar 97. Grafik selisih pressure J33-J60 alternatif kedua



Gambar 98. Grafik selisih pressure J61-J89 alternatif kedua

Berdasarkan grafik di atas, kecepatan aliran yang diperoleh dari simulasi software EPANET 2.2 dan hasil analitik menunjukkan nilai yang sama. Sementara itu, faktor gesekan yang diperoleh dari software EPANET 2.2 dan analitik memiliki selisih yang relatif kecil, yaitu sekitar 0.01–0.03. Adapun selisih tekanan berada pada kisaran 0.17–0.29 meter, di mana tekanan yang diperoleh dari software EPANET 2.2 cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan hasil analitik. Hal ini menunjukkan bahwa hasil simulasi perangkat lunak masih dapat diterima karena perbedaan yang muncul tidak signifikan dan masih berada dalam batas toleransi teknis.

C. Pembahasan

Dari hasil pengujian ini dapat dilihat adanya perbedaan tekanan dan kesamaan kecepatan aliran air antara rancangan alternatif pertama dengan rancangan alternatif kedua. Pada rancangan alternatif pertama, data yang diperoleh telah memenuhi syarat dan kriteria, dengan kecepatan aliran berkisar antara 1.70–2.80 m/s dan selisih tekanan sebesar 0.17–0.29 meter. Demikian pula pada rancangan alternatif kedua, data yang dihasilkan juga memenuhi syarat dan kriteria dengan rentang kecepatan 1.70–2.80 m/s serta selisih tekanan 0.17–0.29 meter. Namun demikian, rancangan alternatif pertama memiliki keunggulan dari segi biaya karena harga yang relatif lebih murah. Oleh karena itu, rancangan alternatif pertama direkomendasikan untuk dipilih dengan mempertimbangkan hasil analisis teknis, anggaran biaya, serta ketersediaan material yang digunakan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Perancangan kedua alternatif menghasilkan keluaran yang sesuai dengan persyaratan dan kriteria yang telah ditetapkan. Kedua alternatif tersebut mampu menyalurkan air ke area persawahan secara bersamaan dan merata sehingga setiap petak sawah memperoleh suplai air yang memadai. Dari aspek ekonomi, alternatif pertama menunjukkan keunggulan dalam hal efisiensi operasional, dengan biaya operasional sebesar Rp1.225.205,00, lebih rendah dibandingkan alternatif kedua yang mencapai Rp1.438.698,32. Meskipun demikian, alternatif pertama membutuhkan biaya investasi awal yang lebih tinggi, yaitu Rp124.550.800,00, dibandingkan dengan alternatif kedua sebesar Rp103.999.900,00. Dengan mempertimbangkan kinerja teknis dan efisiensi biaya operasional, alternatif pertama lebih layak direkomendasikan meskipun memerlukan investasi awal yang lebih besar, karena mampu memberikan kapasitas dan tekanan yang lebih tinggi dalam operasional sistem pemompaan.

2. Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengumpulan data dalam penyusunan laporan skripsi ini, Penulis bermaksud memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya. Adapun saran-saran tersebut adalah 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.
- c) Pengukuran debit sungai sebaiknya dilakukan dengan menggunakan *current meter* *flowatch* sehingga debit pada setiap kedalaman sungai dapat diukur dengan hasil yang lebih akurat.

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 nino.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Hasibuan and N. Barisqy, “Perancangan pemasangan pompa air bersumber listrik tenaga matahari di persawahan Desa Siraisan,” vol. 3, no. December, pp. 124–135, 2023, doi: 10.57152/ijeere.v3i2.889.
- [2] F. Mandala and S. Sampeallo, “Peningkatan produksi dan pendapatan Tani Asti 50 dengan penggunaan mesin pompa serta sistem distribusi air di Kelurahan Naibonat,” *Jurnal Pengabdian*, vol. 3, no. 2, pp. 3–8, 2023, [Online]. Available: <https://ejurnal.undana.ac.id>.
- [3] T. Wahyono, M. B. N, and K, “Instalasi sistem pengairan area persawahan untuk meningkatkan produktivitas tanaman jagung,” *Jurnal Pengabdian Masyarakat IPTEKS*, vol. 7, no. 1, pp. 123–132, 2021, doi: 10.32528/jpmi.v7i1.5284.
- [4] A. Amrullah, V. Prasetyo, and R. Efendi, “Kajian Pemilihan Pompa Berdasarkan Karakteristik Topografi untuk Sawah Padi di Desa Bululondong,” *Majamecha*, vol. 6, no. 1, pp. 1–15, 2024, doi: 10.36815/majamecha.v6i1.2967.
- [5] J. Mananoma, “Perencanaan sistem penyediaan air bersih menggunakan pompa hidram di Desa Randugading, Kecamatan Tajinan, Kabupaten Malang,” *Jurnal sipil statik*, vol. 5, no. 1, pp. 985–994, 2017, [Online]. Available: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net>.
- [6] A. Pakiding, “Pengairan sawah tepi aliran sungai dengan pompa otomatis memanfaatkan tenaga aliran sungai di Kabupaten Tana Toraja,” *Journal Dynamic Saint*, vol. 2, no. 2, pp. 400–404, 2017, doi: 10.47178/dynamicsaint.v2i2.110.
- [7] G. Anfasa, “Optimasi system tata air pada daerah irigasi rawa (Food Estate) dadahup Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah,” *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, vol. 11, no. 1, pp. 93–104, 2023, doi: 10.33558/bentang.v11i1.5680.
- [8] A. Priambudi, “Studi alternatif pemanfaatan sumber mata air umbulan untuk sistem irigasi pada Kecamatan Winongan,” *Jurusan Teknik Sipil*, 2017, [Online]. Available: <http://sipil.studentjournal.ub.ac.id>.
- [9] M. Asyrofi, “Sistem distribusi air minum unit nguling PDAM Giri Nawa Tirta Pasuruan,” pp. 393–398, [Online]. Available: <https://ejurnal.itenas.ac.id>.

- [10] M. Yunan, “Studi kebutuhan air pembangunan jaringan irigasi Mare-mare Kabupaten Selayar,” *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, vol. 5, no. 2, pp. 106–117, 2020, doi: 10.33096/jtsm.v5i2.82.
- [11] S. Ketut and P. Putu, “Analisis sistem penyediaan air minum malet Kecamatan Susut Kabupaten Bangli berbasis Aplikasi Epanet 2.2,” *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 76–84, Jan. 2025, doi: 10.56071/deteksi.v10i1.1144.
- [12] A. Ajis, “Perancangan pengendalian air persawahan otomatis menggunakan mikrokontroller arduino mega 2560 dan panel surya,” vol. 1, no. 1, pp. 30–34, 2024, [Online]. Available: <https://jiktif.ft-uim.ac.id>.
- [13] A. Juhana, “Analisis kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi Bangbayang UPTD SDAP Leles Dinas Sumber Daya Air dan Pertambangan Kabupaten Garut,” *Jurnal Konstruksi*, vol. 13, no. 1, pp. 1–28, 2016, doi: 10.33364/konstruksi/v.13-1.285.
- [14] I. Firdausi, “Sistem pengairan sawah di Tellulimpoe Kabupaten Soppeng,” *Kaos GL Dergisi*, vol. 8, no. 75, pp. 147–154, 2020, [Online]. Available: <https://repository.iainpare.ac.id>.
- [15] K. Baharuddin and R. Padjung, “Validation assessment of nitrogen and irrigation effects on early maturing rice varieties Cakrabuana and Inpari 13 through Oryza (v3) modeling,” *Front Sustain Food Syst*, vol. 9, no. May, pp. 1–15, 2025, doi: 10.3389/fsufs.2025.1541691.
- [16] U. Saleem and M. Akhtar, “Effect of different water depths on plant population and rice (*Oryza Sativa*) yield at time of transplanting using mechanized transplanter,” *Int. J. of Sci. & Engg. Research*, vol. 6, no. 6, pp. 76–80, 2015, [Online]. Available: <http://www.ijser.org>.
- [17] S. Maringan, “Analisis kelayakan pompanisasi air irigasi daerah irigasi Rawa Sepotong Kabupaten Bengkalis,” vol. 03, no. November, pp. 1–10, 2024, doi: 10.31258/jtrs.3.2.01-10.
- [18] R. Gumilang and I. Asmarawati, “Analisis headloss pada jaringan perpipaan distribusi air bersih di perkebunan Marina Kota Batam,” *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, vol. 8, no. 1, pp. 77–85, 2023, doi: 10.33884/comasiejournal.v8i1.6678.

- [19] K. Sallata, "Konversi dan pengelolaan sumber daya air berdasarkan keberadaannya sebagai sumber daya alam," *Info Teknis E-BONI*, vol. 12, no. 1, pp. 75–86, 2015, doi: 10.20886/buleboni.5056.
- [20] D. Sedana, "Pemetaan akuifer air tanah di Jalan Ringroad Kelurahan Malendeng dengan menggunakan metode geolistik tahanan jenis," *Jurnal Ilmiah Sains*, vol. 15, no. 1, p. 33, 2015, doi: 10.35799/jis.15.1.2015.6778.
- [21] 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.
- [22] P. Lubis, "Edukasi pemanfaatan air hujan untuk sumber air bersih masyarakat sebagai perencanaan wilayah Desa Klambir V Kebun, Kecamatan Hamparan Perak Deli Serdang," *Jumas: Jurnal Masyarakat Implementasi Metode Talaqqi Pada Pembelajaran Tahfidzul Qur'an Di Smp It Nurul Azmi Medan*, vol. 02, no. 01, pp. 26–33, 2023, doi: 10.54209/jumas.v3i02.135.
- [23] P. Tumilar, "Optimalisasi penggunaan bahan bakar pada generator set dengan menggunakan proses elektrolisis," *E-journal Teknik Elektro dan Komputer*, pp. 87–88, 2015, doi: 10.35793/jtek.v4i2.7938.
- [24] R. Anggraini, "Analisis kebutuhan debit air di gedung c RSUD Kota Bukittinggi," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 14, no. 2, pp. 94–98, 2021, doi: 10.30630/jtm.14.2.657.
- [25] I. Khikmatulloh, "Pemeliharaan pompa submersible sebagai sistem sanitasi aliran air limbah RSI Jakarta Utara," *Media Pengabdiankami*, vol. 2, no. 1, pp. 57–64, 2023, Accessed: Dec. 05, 2024, doi: 10.21070/r.e.m.v6i1.1547.
- [26] H. Tjahjanti, "Pkm c-19: TTG air bersih Desa Wisata Sumbergedang Pasuruan Jawa Timur," *Seminar Nasional Hasil*, no. Gambar 2, pp. 63–72, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.ustjogja.ac.id>.
- [27] R. Talanipa, "Implementasi aplikasi EPANET dalam evaluasi pipa jaringan distribusi air bersih PDAM Kolaka," *INFORMAL: Informatics Journal*, vol. 7, no. 1, p. 46, 2022, doi: 10.19184/isj.v7i1.30802.
- [28] M. Wasli, "Pemanfaatan google earth dalam materi penginderaan jauh untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas x," *Journal Creativity*, vol. 1, no. 1, pp. 1–17, 2023, Accessed: Dec. 05, 2024, [Online]. Available: <http://creativity.masmubata-bata.com>.

- [29] I. Upiani, “Evaluasi pengukuran tanda batas menggunakan GPS geodetik pada IUP PT. Pancaran Surya Abadi,” vol. 2, no. 9, pp. 1531–1543, 2023. doi: 10.1029/1999GL005436.
- [30] 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, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net>.

LAMPIRAN

1. Foto-foto kegiatan

Untuk menghitung debit air sungai, terdapat beberapa pengukuran yang dilakukan contohnya seperti penngukuran kedalaman air sungai, pengukuran kecepatan aliran sungai, dan pengukuran lebar sungai.



Gambar 99. Dokumentasi pengukuran kedalaman air sungai



Gambar 100. Dokumentasi pengukuran kecepatan aliran air sungai



Gambar 101. Dokumentasi pengukuran lebar Sungai

Tracking area persawahan bertujuan untuk memperoleh data elevasi dan titik koordinat secara akurat. Data tersebut menjadi dasar penting dalam perancangan sistem irigasi, karena dapat digunakan untuk menentukan jalur pipa, posisi persimpangan, serta distribusi air pada setiap petak sawah. Dengan adanya informasi elevasi dan koordinat,

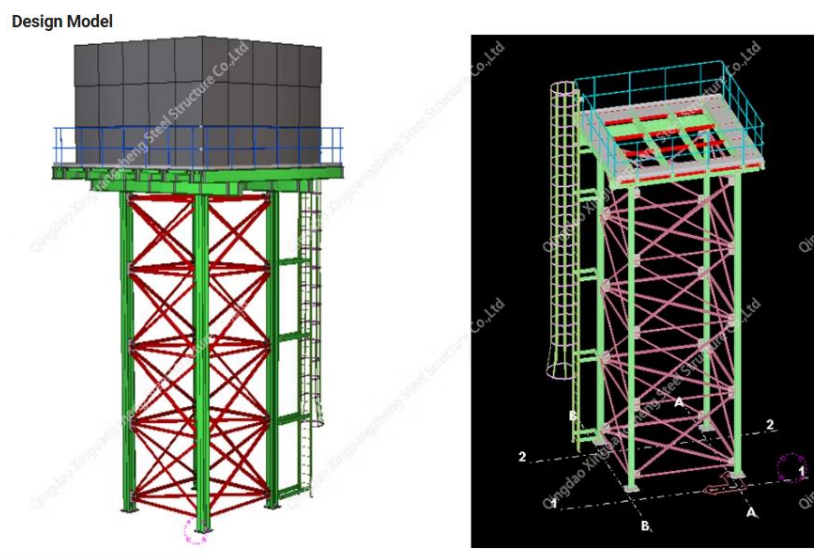
proses perancangan dapat dilakukan secara lebih efisien dan hasil yang diperoleh pun lebih tepat sesuai kondisi lapangan.



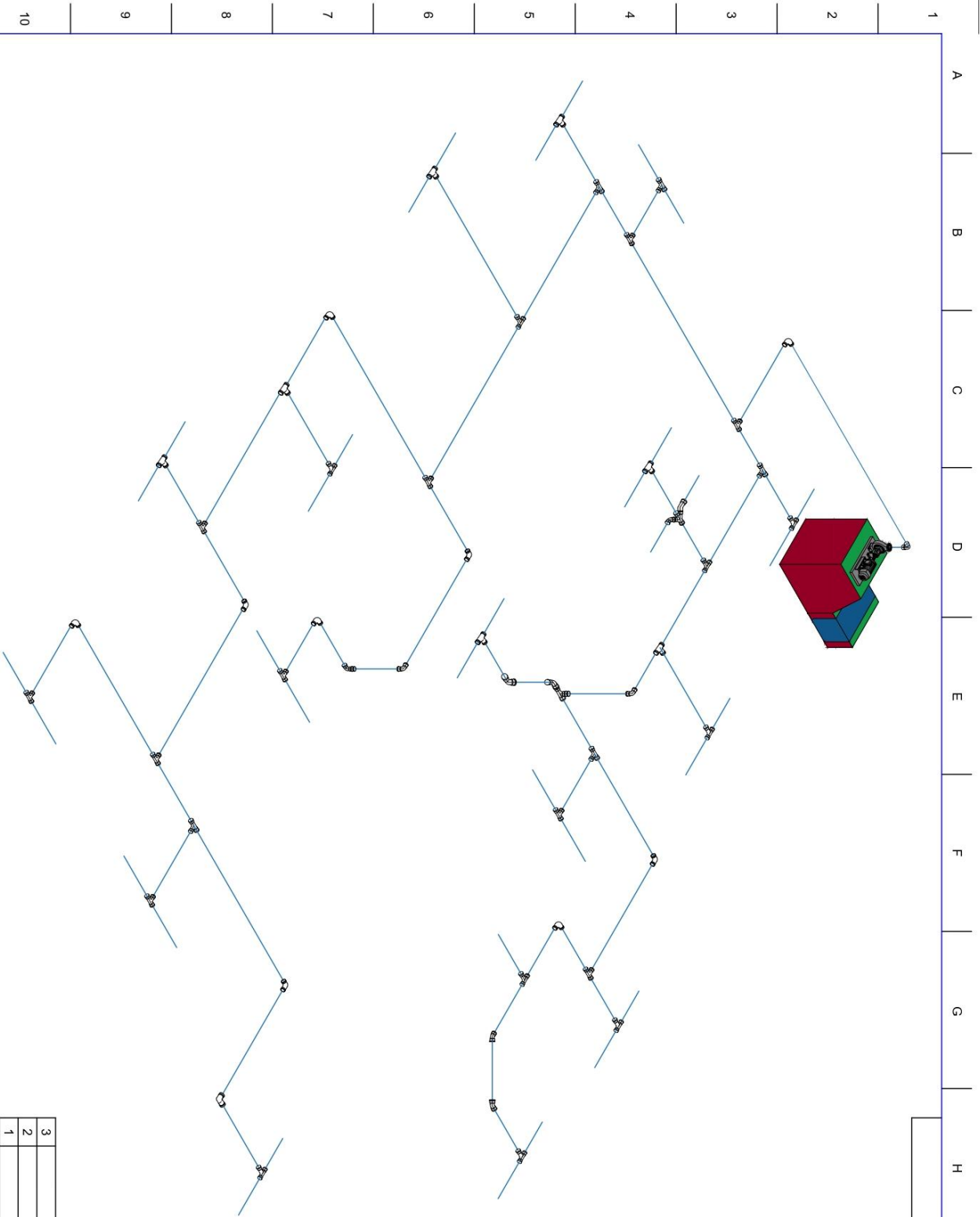
Gambar 102. Dokumentasi tracking area persawahan

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 103. Desain tandon



LEGEND AND NOTE

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

3				
2				
1				
NO	DESCRIPTION		DATE	CHECKED / APPROVED

DATE	13-07-25	24-07-25	-	
NAME	Acep	REZA	HERY	

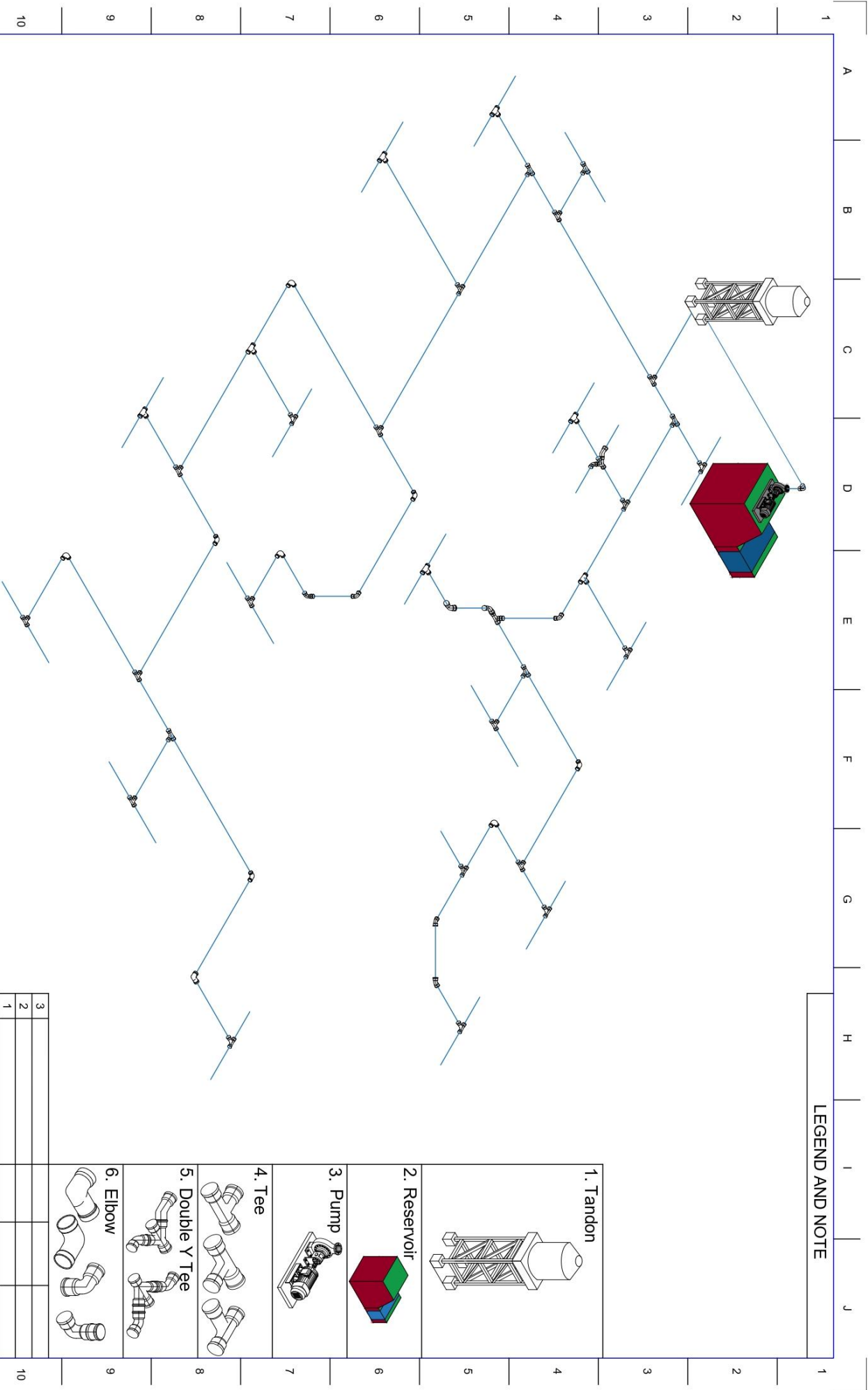
FILE: SHEET: A3



SCALE

PLUMBING SISTEM PERAIRAN POMPANISASI

A B C D E F G H I J



SCALE

PLUMBING SISTEM PERAIRAN POMPAISASI

NO	DESCRIPTION	DATE	CHECKED	APPROVED	MATERIAL
1					
2					
3					
DATE	13-07-25	24-07-25	-		
NAME	Acep	REZA	HERY		
FILE:					
SHEET:					

A3