

**Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 5
seluas 7,99 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon**

*Design of a pompanization system for irrigating block 5 rice fields
covering an area of 7,99 hectares in Jagapura Kulon Village
Cirebon Regency*

SKRIPSI

Oleh:
Nama: Biaggi Budi Saputra
NPM: 213030073



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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Biaggi Budi Saputra

Nomor Pokok Mahasiswa : 213030073

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,



Biaggi Budi Saputra

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

N a m a: Biaggi Budi Saputra

NPM: 213030073

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 5 seluas 7,99 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 30 Juni 2025

Yang menyatakan,



Biaggi Budi Saputra

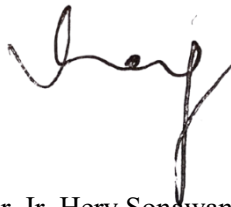
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 5
seluas 7,99 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon**



**Nama: Biaggi Budi Saputra
NPM: 213030073**

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Pendamping



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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 5 seluas 7,99 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon



Nama: Biaggi Budi Saputra
NPM: 213030073

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 syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat serta hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi di Desa Jagapura Kulon dengan judul, “Perancangan Sistem Pompanisasi Pengairan Persawahan blok 5 seluas 7,99 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon.” Shalawat serta salam tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW Beserta keluarga, para sahabat serta kita para pengikutnya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan selama kegiatan skripsi maupun dalam penulisan laporan ini. Dalam penyusunan skripsi ini Penulis juga menyampaikan terimakasih karena mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga Penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan ini. Untuk itu Penulis ingin mengucapkan terimakasih pada:

1. Allah SWT yang telah senantiasa memberikan karunia, kekuatan dan kesabaran dalam menyusun skripsi.
2. Orang tua saya yang telah memberikan do'a serta dukungan untuk menyelesaikan laporan ini.
3. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T., sebagai ketua progam studi Teknik Mesin Universitas Pasundan.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T., Dan Bapak Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T., Sebagai dosen pembimbing yang telah membantu dan memberikan banyak saran dalam pembuatan skripsi.
5. Semua rekan seperjuangan Teknik Mesin yang telah memberikan dukungan serta do'a.

Akhir kata dan tidak lupa saya mengucapkan *alhamdulillah*, saya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan umumnya bagi semua pihak yang membaca, Terima Kasih.

Bandung, 30 Juni2025

Penulis,



Biaggi Budi Saputra

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	I
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	II
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	III
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	IV
KATA PENGANTAR.....	V
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR GAMBAR.....	IX
DAFTAR TABEL	XII
ABSTRAK	XIV
<i>ABSTRACT</i>	XV
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1. Latar belakang	1
2. Rumusan masalah	2
3. Tujuan.....	3
4. Manfaat.....	3
5. Lingkup penelitian.....	3
6. Sistematika penulisan	4
BAB II STUDI LITERATUR	5
1. Kajian pustaka	5
2. Definisi pengairan.....	7
3. Sumber air.....	8
4. Jenis-jenis sumber air.....	8
5. Definisi sistem perpipaan	9
6. Genset.....	9

7.	Pompa.....	10
8.	Pipa.....	11
9.	Software EPANET 2.2	11
10.	Software Google Earth Pro.....	12
11.	Software Garmin Basecamp	13
12.	Garmin GPS MAP 65s	13
BAB III METODOLOGI		14
1.	Tahapan penelitian.....	14
2.	Tempat penelitian	25
3.	Alat yang digunakan.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
1.	Kalibrasi.....	28
2.	Membuat jalur dan memuat data elevasi dari software Basecamp.....	29
3.	Mengukur luas petak sawah.....	32
4.	Menghitung kebutuhan air pada setiap petak sawah	32
5.	Syarat dan kriteria perancangan.....	35
6.	Membuat desain dan mensimulasikan pada software EPANET 2.2.....	35
	A. Desain alternatif pertama	35
	B. Desain alternatif kedua.....	38
	C. Perhitungan pompa, genset dan biaya operasional.....	42
	D. Perhitungan sistem perpipaan dan karakteristik pompa	46
	E. Membandingkan dengan penelitian sebelumnya	52
7.	Menyusun rancangan anggaran biaya.....	52
8.	Hasil penelitian	55
	A. Membandingkan kedua hasil perancangan.....	59
	B. Perbandingan EPANET 2.2 dan analitik.....	59
	C. Pembahasan.....	77

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	78
1. Kesimpulan.....	78
2. Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN.....	82
1. Foto-foto kegiatan.....	82
2. Lembar kerja.....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram alir penelitian.....	14
Gambar 2. Jalur hasil tracking	16
Gambar 3. Cara mengumpulkan data elevasi.....	17
Gambar 4. Pengukuran lebar sungai	17
Gambar 5. Sketsa pengukuran lebar sungai	18
Gambar 6. Grafik pengukuran lebar sungai	19
Gambar 7. Pengukuran waktu tempuh bola pingpong penampang 1 ke penampang 2.....	19
Gambar 8. Sketsa pengukuran waktu tempuh bola pingpong.....	20
Gambar 9. Grafik pengukuran kecepatan aliran sungai	21
Gambar 10. Pengukuran kedalaman aliran sungai.....	21
Gambar 11. Sketsa pengukuran kedalaman sungai penampang 1	22
Gambar 12. Grafik pengukuran kedalaman sungai penampang 1	23
Gambar 13. <i>Current meter Flowatch</i>	24
Gambar 14. Sketsa lokasi kedalaman pengukuran debit air	25
Gambar 15. Lokasi FT Universitas Pasundan.....	25
Gambar 16. Lokasi Desa Jagapura Kulon.....	26
Gambar 17. Pengukuran jarak pada software Google Earth Pro	28
Gambar 18. Pengukuran menggunakan software EPANET 2.2	28
Gambar 19. Memasukkan hasil kalibrasi pada map dimensions EPANET 2.2	29
Gambar 20. Dasar area penelitian	30
Gambar 21. Luas area penelitian.....	30
Gambar 22. Mencari data elevasi.....	31
Gambar 23. Mencari data panjang pipa	31
Gambar 24. Membuat jalur pipa di Google Earth.....	31
Gambar 25. Mengukur luas area petak sawah	32
Gambar 26. Jumlah petak sawah.....	32
Gambar 27. Perhitungan <i>base demand</i>	33
Gambar 28. Jalur perpipaan pada software EPANET 2.2 alternatif pertama	36
Gambar 29. Data elevasi pada jaringan perpipaan.....	36
Gambar 30. Panjang pipa.....	36
Gambar 31. Data <i>base demand</i>	37
Gambar 32. Diameter pipa	37

Gambar 33. Head yang dihasilkan	38
Gambar 34. Kecepatan pipa yang dihasilkan.....	38
Gambar 35. Desain alternatif kedua pada software EPANET 2.2	39
Gambar 36. Data elevasi pada alternatif kedua.....	39
Gambar 37. Data panjang pipa alternatif kedua.....	39
Gambar 38. Data <i>base demand</i> per petak sawah.....	40
Gambar 39. Data diameter pipa alternatif kedua	40
Gambar 40. Data head yang dihasilkan alternatif kedua.....	41
Gambar 41. Data <i>velocity</i> yang dihasilkan alternatif kedua.....	41
Gambar 42. Spesifikasi tandon	41
Gambar 43. Pompa ebara <i>end suction</i> MODEL FSH 150X125 desain alternatif 1 [21] ..	42
Gambar 44. Genset Silent 150KVA 120KW Heavy Duty Tsuzumi [21]	43
Gambar 45. Pompa Barmesa Split Coupled Vertical Inline desain alternatif 2 [21]	43
Gambar 46. Genset Perkins 150KVA Silent Type [21].....	44
Gambar 47. Kurva karakteristik pompa desain alternatif pertama [21].....	46
Gambar 48. Hasil perhitungan pompa alternatif 1	47
Gambar 49. Kurva sistem perpipaan alternatif 1	48
Gambar 50. Kurva karakteristik pompa.....	48
Gambar 51. Kurva H vs Q alternatif 1	49
Gambar 52. Kurva karakteristik pompa desain alternatif kedua [21]	49
Gambar 53. Hasil perhitungan pompa alternatif 2	50
Gambar 54. Kurva sistem perpipaan alternatif 2	51
Gambar 55. Kurva karakteristik pompa alternatif 2.....	51
Gambar 56. Kurva H vs Q alternatif 2	52
Gambar 57. Data hasil node ID J6-J44 alternatif pertama	62
Gambar 58. Data hasil node ID J45-J1 alternatif pertama	63
Gambar 59. Data hasil node ID J3-J108 alternatif pertama	63
Gambar 60. Analitik kecepatan dan faktor gesekan alternatif 1	64
Gambar 61. Data hasil link ID P14-P63 alternatif pertama	64
Gambar 62. Data hasil link ID P64-P37 alternatif pertama	64
Gambar 63. Data hasil link ID P32-P9 alternatif pertama	65
Gambar 64. Grafik faktor gesekan P14-P57 perbandingan alternatif 1	66
Gambar 65. Grafik faktor gesekan P67-P31 alternatif 1	66
Gambar 66. Grafik faktor gesekan P32-P9 alternatif 1	66
Gambar 67. Grafik kecepatan P14-P57 alternatif 1	67

Gambar 68. Grafik kecepatan P67-P31 alternatif 1	67
Gambar 69. Grafik kecepatan P32-P9 alternatif 1	67
Gambar 70. Grafik <i>head</i> J14-J57 alternatif 1	68
Gambar 71. Grafik <i>head</i> J67-J31 alternatif 1	68
Gambar 72. Grafik <i>head</i> J32-J9 alternatif 1	68
Gambar 73. Grafik persentase J6-J42 selisih <i>pressure</i> alternatif 1	69
Gambar 74. Grafik persentase J43-J88 selisih <i>pressure</i> alternatif 1	69
Gambar 75. Grafik persentase J92-J selisih <i>pressure</i> alternatif 1	69
Gambar 76. Data hasil node ID P14-P63 alternatif kedua	70
Gambar 77. Data hasil node ID P34-P37 alternatif kedua	70
Gambar 78. Data hasil node ID P32-P9 alternatif kedua	70
Gambar 79. Perhitungan kecepatan dan faktor gesekan analitik alternatif 2	71
Gambar 80. Perhitungan kecepatan dan faktor gesekan P14-P63 analitik alternatif 2	71
Gambar 81. Perhitungan kecepatan dan faktor gesekan P64-P37 analitik alternatif 2	71
Gambar 82. Perhitungan kecepatan dan faktor gesekan P32-P9 analitik alternatif 2	72
Gambar 83. Grafik faktor gesekan P14-P57 alternatif 2	73
Gambar 84. Grafik faktor gesekan P67-P31 alternatif 2	73
Gambar 85. Grafik faktor gesekan P32-P9 alternatif 2	73
Gambar 86. Grafik kecepatan P14-P57 alternatif 2	74
Gambar 87. Grafik kecepatan P67-P31 alternatif 2	74
Gambar 88. Grafik kecepatan P32-P9 alternatif 2	74
Gambar 89. Grafik <i>head</i> J14-J57 alternatif 2	75
Gambar 90. Grafik <i>head</i> J67-J31 alternatif 2	75
Gambar 91. Grafik <i>head</i> J32-J9 alternatif 2	75
Gambar 92. Grafik persentase J6-J43 selisih <i>pressure</i> alternatif 2	76
Gambar 93. Grafik persentase J44-J92 selisih <i>pressure</i> alternatif 2	76
Gambar 94. Grafik persentase J1-J108 selisih <i>pressure</i> alternatif 2	76
Gambar 95. <i>Tracking</i> area persawahan	82
Gambar 96. Mengukur waktu tempuh	82
Gambar 97. Mengukur kedalaman sungai	82
Gambar 98. Mengukur lebar sungai	83
Gambar 99. Desain tandon	83

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data pengukuran lebar sungai pagi hari selama 10 hari	18
Tabel 2. Data kecepatan aliran sungai selama 10 hari	20
Tabel 3. Data hasil pengukuran kedalaman air sungai selama 10 hari	22
Tabel 4. Peralatan yang digunakan	26
Tabel 5. Kebutuhan air per petak sawah	34
Tabel 6. Spesifikasi pompa alternatif 1	42
Tabel 7. Spesifikasi genset alternatif 1	43
Tabel 8. Spesifikasi pompa alternatif 2	44
Tabel 9. Spesifikasi genset alternatif 2	44
Tabel 10. Perhitungan pompa desain alternatif pertama	45
Tabel 11. Perhitungan pompa desain alternatif kedua	45
Tabel 12. Biaya operasional per jam alternatif pertama	45
Tabel 13. Biaya operasional per jam alternatif kedua	45
Tabel 14. Biaya investasi alternatif pertama	45
Tabel 15. Biaya investasi alternatif kedua	46
Tabel 16. Data sistem perpipaan alternatif 1	47
Tabel 17. Data karakteristik pompa alternatif 1	47
Tabel 18. Titik desain alternatif 1	48
Tabel 19. Titik operasi alternatif 1	48
Tabel 20. Data sistem perpipaan alternatif 2	50
Tabel 21. Data karakteristik pompa alternatif 2	50
Tabel 22. Titik desain alternatif 2	50
Tabel 23. Titik operasi alternatif 2	51
Tabel 24. Perbandingan dengan penelitian terdahulu	52
Tabel 25. Rancangan anggaran biaya alternatif 1	53
Tabel 26. Rancangan anggaran biaya alternatif 2	54
Tabel 27. Perbandingan anggaran pompanisasi di lapangan dan perhitungan	54
Tabel 28. <i>Juction</i> J4-J108 hasil elevasi <i>base demand</i> , <i>head preassure</i> alternatif pertama	55
Tabel 29. Data <i>length</i> diameter, <i>flow</i> , <i>velocity</i> , <i>headloss friction</i> faktor alternatif 1	56
Tabel 30. <i>junction</i> J6-J108 hasil elevasi <i>base demand</i> , <i>head pressure</i> alternatif kedua	57
Tabel 31. Data <i>length</i> diameter <i>flow velocity</i> , <i>headloss friction</i> faktor alternatif 2	58
Tabel 32. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta head alternatif 1	65

Tabel 33. Perbandingan faktor gesekan, kecepatan, head alternatif 2 72

ABSTRAK

Kajian ketersediaan air irigasi musim kemarau di blok 5 Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon. Ketersediaan air irigasi di musim kemarau merupakan faktor krusial dalam menunjang produktivitas pertanian. Di Blok 5 Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon, petani menghadapi kendala signifikan terkait pasokan air irigasi. Permasalahan utama adalah perbedaan elevasi antara muka air sungai dan lahan persawahan, di mana muka air sungai berada 16 m lebih rendah dari lahan pertanian. Kondisi ini mengakibatkan sistem irigasi gravitasi tidak dapat digunakan secara optimal. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan sistem pompanisasi sebagai solusi alternatif dalam mendistribusikan air secara efisien. Penelitian ini dimulai dengan survei lapangan guna mengumpulkan data teknis yang diperlukan, meliputi kebutuhan air irigasi sebesar 0,012 m³/s, kedalaman sungai 58.05 cm, kecepatan aliran 14,35 m/s, dan lebar sungai 6,75 m. Berdasarkan data tersebut, debit sungai dihitung sebesar 1,11 m³/s. Untuk perancangan sistem pompanisasi, dilakukan pemodelan jaringan pipa menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2 yang mampu mensimulasikan tekanan dan kecepatan aliran dalam sistem. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada alternatif pertama, tekanan berkisar antara 8,69 m hingga 29,96 m dengan kecepatan aliran 1,71–2,77 m/s. Sedangkan pada alternatif kedua, tekanan sistem berada pada kisaran 3,17 m hingga 11,00 m dengan kecepatan yang relatif serupa. Kedua skenario menunjukkan bahwa air sungai dapat dimanfaatkan secara efektif melalui sistem pompa. Dengan demikian, sistem pompanisasi dinilai sebagai solusi teknis yang layak dan efisien untuk mengatasi keterbatasan air irigasi selama musim kemarau. Implementasi sistem ini berpotensi meningkatkan ketersediaan air bagi para petani padi, mendukung keberlanjutan pertanian, serta memperkuat ketahanan pangan lokal di kawasan Desa Jagapura Kulon.

Kata kunci: debit sungai, EPANET 2,2, elevasi, kebutuhan air, kecepatan aliran sungai, sistem pompanisasi, tekanan air.

ABSTRACT

Assessment of dry season irrigation water availability in block 5 Jagapura Kulon Village Cirebon Regency. The availability of irrigation water in the dry season is a crucial factor in supporting agricultural productivity. In Block 5 Jagapura Kulon Village Cirebon District, farmers face significant constraints related to irrigation water supply. The main problem is the elevation difference between the river water level and the rice fields, where the river water level is 16 m lower than the agricultural land. This condition results in a gravity irrigation system that cannot be used optimally. To overcome this, a pumping system is needed as an alternative solution in distributing water efficiently. This research began with a field survey to collect the necessary technical data, including irrigation water demand of $0.012 \text{ m}^3/\text{s}$, river depth of 58.05 cm, flow velocity of 14.35 m/s, and river width of 6.75m. Based on these data, the river discharge was calculated at $1.11 \text{ m}^3/\text{s}$. For the design of the pumping system, pipe network modeling was carried out using EPANET 2,2 software which is capable of simulating pressure and flow velocity in the system. The simulation results show that in the first alternative, the pressure ranges from 8.69 m to 29.96 m with a flow velocity of 1.71-2.77 m/s. While in the second alternative, the system pressure is in the range of 3.17 m to 11.00 m with relatively similar velocities. Both scenarios show that river water can be effectively utilized through the pumping system. Thus, the pumping system is considered a feasible and efficient technical solution to overcome the limitations of irrigation water during the dry season. The implementation of this system has the potential to increase water availability for rice farmers, support agricultural sustainability, and strengthen local food security in the Jagapura Kulon Village area.

Keywords: river discharge, EPANET, elevation, water demand, river flow velocity, pumping system, water pressure.

BAB 1 PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Kabupaten Cirebon terletak di Provinsi Jawa Barat, itu berada di pantai utara Pulau Jawa di jalur utama Pantura di bagian selatan, 18 aliran sungai melintasi Kabupaten Cirebon, termasuk Cisanggung, Ciwaringin, Cimanis, Cipager, Pekik, dan Kalijaga. Sungai-sungai ini mengalir melalui daerah dataran rendah dan dataran tinggi.

Sektor pertanian masih memainkan peran strategis dalam memnuhi kebutuhan masyarakat Kabupaten Cirebon, karena merupakan lumbung padi bagi wilayah sekitarnya dan merupakan lumbung padi bagi wilayah sekitarnya dan merupakan bagian penting dari struktur perekonomian Kabupaten Cirebon. Wilayah-wilayah di Kecamatan Kapetakan, Gegecik, Susukan, dan Sedong adalah pusat bididaya padi.

Di Kecamatan Gegecik tepatnya di Desan Jagapura Kulon, letak geografisnya berada di dataran rendah. Luas Desa Jagapura Kulon \pm 514.045 hektar, jumlah penduduk yang ada di desa Jagapura Kulon sebanyak 8.950 orang, dan luas persawahannya \pm 430 hektar. Mayoritas warganya 70% berprofesi sebagai petani karena memanfaatkan sumber daya alam yaitu, lahan pertanian yang luas dan sumber daya air permukaan yang melewati lahan pertanian.

Desa Jagapura Kulon dilewati oleh 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 air sepenuhnya, dikarenakan keterbatasan para petani dalam mengalirkan air dari sumber ke area persawahan pada musim kemarau.

Area Persawahan Desa Jagapura Kulon dengan luas wilayah \pm 430 hektar, pada musim kemarau dan fenomena El Niño, sektor pertanian di Desa Jagapura Kulon terdampak kekeringan berkepanjangan yang membuat sebagian besar petani mengalami keresahan. Tanamah padi yang telah tumbuh dipertengahan musim kemarau terpaksa dibiarkan mengering karena tidak adanya pasokan air, sedangkan di sekitar persawahan tersebut terdapat sungai sebagai sumber air permukaan yang dapat di dimanfaatkan untuk mengairi area persawahan. Bahwasannya mereka ingin melakukan panen 1 tahun 2 kali, namun terhalang oleh sungai besar sebagai sumber air permukaan yang dapat di dimanfaatkan untuk mengairi sawah-sawah di sekitarnya.

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

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 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 1, Jani F. Mandala, Wellem F. Galla dan Frans J. Likadja (2021)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Jani F. Mandala, Wellem F. Galla dan Frans J. Likadja pada tahun 2021, dengan judul, “Penerapan teknologi pompa hidram untuk pentiraman tanaman sayuran di Desa Oelpuah Kab. Kupang.” Penelitian ini membuat sistem pompanisasi karena terdapat perbedaan elevasi setinggi 0,06m dan luas lahan yang akan dialiri air sebesar 1 hektar [1].

Penelitian 2, Muh. Yunan Krg, Tompobul, Hanafi Ashad (2020)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Muh. Yunan, Tompobul, Hanafi Ashad pada tahun 2020, dengan judul, “Studi kebutuhan air untuk pembangunan jaringan Irigasi Mare-mare Kabupaten Kepulauan Selayar.” Pada penelitian ini mengkaji pemilihan pompa dikarenakan terdapat perbedaan ketinggian dari sumber air ke area perawahan sebesar 3m dan luas persawahan yang akan dialiri air seluas 30,6 hektar [2].

Pada penelitian ini dilakukan sistem popanisasi untuk memenuhi kebutuhan air persawahan blok 5 Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon Kecamatan Gegesik, yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan masyarakat dalam melakukan panen agar dapat dilakukan sebanyak dua kali dalam satu periode.

2. Rumusan masalah

Berdasarkan uraian di atas, skripsi ini berfokus pada:

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

3. Tujuan

Tujuan dari skripsi ini untuk menemukan solusi agar dapat memenuhi kebutuhan air pada area persawahan di Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon seluas 7,99 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

Penelitian ini diharapkan menghasilkan keuntungan dari manajemen sistem irigasi pertanian berbasis pompanisasi. Beberapa keuntungannya adalah sebagai berikut:

- a. Menemukan cara terbaik saat merencanakan serta menerapkan sistem pompanisasi untuk mendukung ketersediaan air pada area persawahan Desa Jagapura Kulon seluas 7,99 hektar.
- b. Mempermudah para petani dalam proses mengairi lahan persawahannya.

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi sistem pompanisasi, mendukung ketahanan pangan, dan meningkatkan kesejahteraan petani di Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon.

5. Lingkup penelitian

Penelitian ini berfokus pada desain sistem pompanisasi yang digunakan untuk mengairi area persawahan di Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon seluas 7,99 hektar. Penelitian ini dibatasi pada masalah berikut:

- a. Melakukan survey lokasi area persawahan.
- b. Mengukur elevasi antara sungai dan area persawahan, serta mengukur luas area yang dilakukan penelitian.
- c. Melakukan tracking area persawahan, mengukur kedalaman air sungai, mengukur lebar sungai dan mengukur kecepatan aliran sungai.
- d. Menghitung debit air sungai.
- e. Membandingkan debit air sungai dengan kebutuhan air persawahan.
- f. Merancang sistem pompanisasi menggunakan software EPANET 2.2.

6. Sistematika penulisan

Bagian ini menyajikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, lingkup masalah, dan sistematika penulisan.

BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, lingkup penelitian, dan prosedur penulisan dibahas dalam bab pertama.

BAB II STUDI LITERATUR

Pada bab kedua, meliputi landasan teori yang relevan, meliputi topik seperti definisi pengairan, perpipaan, pompaninasi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ketiga meliputi perencanaan penelitian yang mencakup tahapan penelitian, tahapan dan bahan, metodologi pengujian, lokasi pengujian serta lokasi anggaran.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir membahas kesimpulan dan saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II STUDI LITERATUR

1. Kajian pustaka

Penelitian sebelumnya adalah dasar dari penelitian ini. Beberapa penelitian sebelumnya yang dijadikan acuan pada penelitian ini adalah;

Penelitian 1, Jani F. Mandala, Wellem F. Galla dan Frans J. Likadja (2021)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Jani F. Mandala, Wellem F. Galla dan Frans J. Likadja pada tahun 2021, dengan judul, “Penerapan teknologi pompa hidram untuk penyiraman tanaman sayuran di Desa Oelpuah Kab. Kupang.” Penelitian ini membuat sistem pompanisasi karena terdapat perbedaan elevasi setinggi 0,06 m dan luas lahan yang akan dialiri air sebesar 1 hektar [1].

Penelitian 2, Muh. Yunan Krg, Tompobul, Hanafi Ashad (2020)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Muh. Yunan Krg, Tompobul, Hanafi Ashad pada tahun 2020, dengan judul, “Studi kebutuhan air untuk pembangunan jaringan Irigasi Maremare Kabupaten Kepulauan Selayar.” Pada penelitian ini mengkaji pemilihan pompa dikarenakan terdapat perbedaan ketinggian dari sumber air ke area perawahan sebesar 3 m dan luas persawahan yang akan dialiri air seluas 30,6 hektar [2].

Penelitian 3, Oya Iman Sanjaya, IAD Giriantari (2019)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Oya Iman Sanjaya, IAD Giriantari, I N Satya Kumara pada tahun 2019, dengan judul, “Perancangan sistem pompa irigasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk pertanian Subak Semaagung.” Pada penelitian ini mengkaji pemilihan pompa tenaga surya karena terdapat perbedaan elevasi setinggi 55 m dan luas persawahan yang akan dialiri air seluas 55 hektar [3].

Penelitian 4, Kustana Kustana, Cucu Setiawan (2020)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Kustana Kustana, Cucu Setiawan 2020, dengan judul, “Resolusi konflik sistem pengelolaan irigasi di Perdesaan.” Tujuan dari penelitian ini untuk mengadopsi pengelolaan irigasi modern yang terdapat jarak elevasi sebesar 15 m dan luas lahan persawahan yang akan dialiri air sebesar 162,250 hektar [4].

Penelitian 5, Ichlas Nur, Nota Effiandi, Mulyadi, Maimuzar & Hendra (2019)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Ichlas Nur, Nota Effiandi, Mulyadi, Maimuzar & Hendra pada tahun 2019, dengan judul, “Kajian potensi air penggerak pompa hidram untuk

mengairi sawah di daerah Pekandangan Kabupaten Padang Pariaman.” Tujuan penelitian ini adalah mengeksplorasi potensi pompa hidram untuk mengairi lahan pertanian karena terdapat perbedaan jarak elevasi sebesar 2,5 m dari sumber air dan luas area persawahan yang akan dialiri air seluas 10 hektar [5].

Penelitian 6, Anton Priyonugroho (2014)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Anton Priyonugroho pada tahun 2014, dengan judul, “Analisis kebutuhan air irigasi (Studi kasus pada daerah irigasi sungai air 5 keban daerah Kabupaten Empat Lawang).” Pada penelitian ini mengkaji pemilihan pompa dikarenakan terdapat perbedaan ketinggian dari sumber air ke area persawahan sebesar 2 m dan luas persawahan yang akan dialiri air seluas 1.370 hektar [6].

Penelitian 7, I Ketut Soriarta, I Putu Dwikarna Putra (2025)

Penelitian terdahulu yang dilakukan I Ketut Soriarta, I Putu Dwikarna Putra pada tahun 2025, dengan judul, “Analisis sistem penyediaan air minum malet Kecamatan Susut Kabupaten Bangli Berbasis Aplikasi EPANET 2.2.” Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sistem penyediaan air dengan perbedaan elevasi sumber air ke area target sebesar 154 m dan area pemukiman untuk penyediaan air seluas 4931 hektar [7].

Penelitian 8, Harya Pamungkas (2016)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Harya Pamungkas pada tahun 2016, dengan judul, “Perencanaan sistem penyediaan air bersih menggunakan pompa hidram di Desa Randugading, Kecamatan Tajinan, Kabupaten Malang.” Pada penelitian ini sistem pengairan dilakukan karena terdapat perbedaan elevasi 3 m. Dimana sumber air yang lebih rendah dibanding area pemukiman yang akan dialiri air seluas 1 hektar [8].

Penelitian 9, Tri Wahyono, M. Budi N. Rahman (2021)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Tri Wahyono, M. Budi N. Rahman, Fitroh Anugerah K. Yudha, Rahmad K. Adi pada tahun 2021, dengan judul, “Instalasi sistem pengairan area persawahan untuk meningkatkan produktivitas tanaman jagung,” Penelitian ini merancang sistem pompanisasi karena terdapat perbedaan jarak elevasi setinggi 8 m dan luas lahan yang akan dialiri air sebesar 10 hektar [9].

Penelitian 10, Amrullah, Vandi Prasetyo (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 Bululondog.” Penelitian ini merancang sistem

pompanisasi karena terdapat perbedaan jarak elevasi setinggi 0,06 m dan luas lahan yang akan dialiri air sebesar 12 hektar [10].

2. Definisi pengairan

Irigasi atau dikenal sebagai pengairan, adalah proses mendapatkan air dengan membangun struktur dan saluran ke sawah atau ladang secara teratur dan membuat air tambahan setelah air telah mengalir setelah air digunakan sepenuhnya. Memanfaatkan dan meningkatkan jumlah air yang tersedia bagi tanaman adalah definisi dari pengairan. Untuk menghindari gangguan terhadap kehidupan tanaman, air yang berlebihan dari tanah harus dibuang atau *didrainase*. Sawah beririgrasi memainkan peran penting dalam mencapai ketahanan pangan nasional, untuk mencapai tingkat produksi beras yang tinggi di lahan beririgrasi, jaringan irigrasi harus di kelola dengan baik.

Menggunakan air tanah dan air permukaan, proses penyediaan dan pengaturan air untuk keperluan pertanian sungai, waduk dan danau adalah contoh sumber air permukaan. Untuk budidaya padi sawah, ketersediaan air sangat penting agar tidak membahayakan tanaman yang akan dialiri air, sumber irigasi harus memenuhi standar kualitas agar tidak berdampak negatif pada kualitas hasil atau produk pertanian. Menurut Schwabet al. (1981), kualitas air irigasi sangat dipengaruhi oleh jumlah bahan kimia dan sedimen yang ada dalam air. Tekstur tanah terutama pada penampang tanah, dipengaruhi oleh sedimen atau lumpur yang ada dalam air pengairan, yang menyebabkan pori-pori tanah terisi atau tersumbat oleh sedimen, yang mengurangi kesuburan tanah, oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang kualitas air irigasi untuk budidaya tanaman oadi, kualitas air irigasi juga menentukan batasan.

Bagi kehidupan air sangat penting, serta setiap makhluk hidup, termasuk manusia, membutuhkannya untuk bertahan hidup. Selain digunakan untuk minum, air juga digunakan dalam berbagai aktivitas manusia, pekerjaan sehari-hari seperti mencuci, mandi, dan memasak namun, bakteri atau bahan kimia berbahaya dapat mengkontaminasi air yang digunakan, menyebabkan penyakit pada tubuh manusia karena kesulitan mendapatkan sumber air yang bersih di permukiman, orang-orang beralih ke metode lain seperti air tanah dan pemanenan air hujan. Namun, logam berat seperti besi (Fe) dan mangan (Mg) sering ditemukan dalam air tanah yang dapat membuat air menjadi kuning atau hitam. Selain itu, menggunakan air hujan sebagai sumber air sehari-hari dapat berbahaya bagi kesehatan tubuh, karena kebanyakan air hujan kekurangan mineral, penggunaan rutin dapat menyebabkan rendahnya kepadatan gigi dan peningkatan

kemungkinan kerusakan gigi. Selain itu, metabolisme tubuh manusia juga dapat terganggu jika air hujan kekurangan mineral [11].

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 [12].

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 [13].

3. Sumber air

Air sangat penting untuk produksi pangan dan kelangsungan hidup semua makhluk hidup. Air merupakan hal penting bagi manusia, baik untuk kebutuhan domestik maupun non domestik. Manusia tidak dapat hidup tanpa air, sistem penyediaan air bersih di wilayah perkotaan menggunakan sistem perpipaan dan non perpipaan. Untuk memenuhi kebutuhan air manusia, berbagai sumber air tanah dapat digunakan, seperti air permukaan, air tanah, dan air hujan. Air bersih tidak hanya digunakan untuk rumah tangga tetapi juga untuk fasilitas umum, sosial, dan ekonomi. Sesuai dengan peraturan air minum nasional, seperti yang tercantum pada halaman NO.82 Tahun 2001 dan KepMen No.907 Tahun 2002, air bersih yang digunakan setiap hari harus memenuhi standar konsumsi. Makhluk hidup membutuhkan air bersih, jadi perlu dibuat rancangan perpipaan yang baik untuk memberikan air bersih kepada setiap pengguna.

Orang sering menggunakan air berkualitas tinggi untuk dikonsumsi atau membersihkan. Menurut Kodoatie 92003, air bersih adalah air yang digunakan sehari-hari untuk mencuci, mandi, memasak, dan minum. Sedangkan Suripin (2003), mengacu pada air yang aman (sehat), tidak berwarna, tidak berbau, dan memiliki rasa yang segar saat diminum.

4. Jenis-jenis sumber air

Air memiliki beberapa jenis atau beberapa sumber yang dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup seperti hewan, tumbuhan maupun manusia. Air merupakan komponen yang tidak dapat tergantikan oleh komponen lain.

a. Air permukaan

Karena lapisan tanahnya rapat di atas bumi, sebagian besar air akan tergenang dan cenderung mengalir ke bawah. Jenis-jenis air permukaan seperti ini disebut sungai, danau, atau talaga.

b. Air angkasa

Dengan kata lain, air angkasa adalah air yang berasal dari udara atau atmosfer. Hanya 0,001% dari air bumi, jadi air angkasa dibagi lagi menjadi air hujan, air salju, dan air sesuai bentuknya.

c. Air dalam tanah

Air dalam tanah adalah jenis air lapisan bawah tanah yang memblokir sekitar 0,6 persen air bumi [14].

5. Definisi sistem perpipaan

Jaringan pipa yang saling terhubung disebut sistem perpipaan dan digunakan untuk mengangkut fluida seperti cairan, gas, dan bubur dari satu tempat ke tempat lain.

Pengertian pipa

Sistem perpipaan merupakan suatu sistem untuk mengalirkan fluida kerja atau peralatan (*equipment*) suatu komponen sistem perpipaan termasuk katup, *flens*, percabangan, *reducer*, isolasi, dan belokan (*elbow*). Istilah-istilah seperti pipa dan pipa biasanya digunakan dalam industri. Sistem pipa di plant berfungsi untuk mengalirkan fluida (cair atau gas) sebagai sarana tambahan untuk menjalankan prosedur. *Pipeline*, di sisi lain merupakan sistem perpipaan yang digunakan untuk mengalirkan fluida antara suatu fasilitas lain, biasanya melalui beberapa area, upaya agar meminimalisir tingkat gagal alat pada saat melakukan kerjanya di tempat dan cara peralatan tersebut digunakan [15].

Istilah “pipa” digunakan sebagai menggambarkan benda berongga dan tubular yang digunakan untuk membawa komoditas dengan sifat aliran seperti cairan, gas, uap, serta serbuk halus. Sistem perpipaan terdiri dari pipa, *flanges*, *fitting*, baut, *gasket*, katup, dan *fitting* yang disambungkan ke satu sama lain [16].

6. Genset

Generator set adalah perangkat yang dapat mengubah energi mekanis menjadi listrik. Mereka berfungsi sebagai sumber listrik cadangan atau pengganti saat listrik padam.

Pengertian Genset

Genset, juga dikenal sebagai generator set, berfungsi sebagai pengganti energi tegangan jika listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) terputus. Ini dibutuhkan oleh masyarakat

agar aktivitas kerja tidak terganggu oleh adanya pemutusan aliran listrik, pemadaman listrik di perkantoran, lembaga pendidikan, pertokoan, dan perumahan. Genset memiliki banyak fungsi dan manfaat dengan memaksimalkan penggunaan mesin pengubah energi ini, dapat dihasilkan fungsi yang digunakan sebagai pendorong untuk aktivitas sehari-hari tanpa mengganggu proses pemadaman listrik dari PLN. Tidak ada alasan untuk tidak menggunakan pembangkit listrik ini. Genset adalah alat yang menangani masalah karena harganya yang murah dan mudah digunakan.

Sebuah mesin yang disebut generator dapat menghasilkan energi listrik dan kinetik, dalam generator yang diam dinamakan stator, dan *part* yang berputar dinamakan rotor. Mekanisme generator arus bolak-balik artinya arah arus induksi berlawanan dengan arah putaran kumparan melalui sikat karbon yang terhubung ke cincin generator. Akibatnya, tegangan yang dihasilkan dapat menyalakan lampu. Generator arus searah menggunakan cincin belah, cincin ini berfungsi sebagai komutator dan mengubah arus listrik yang digunakan generator menjadi arus searah dalam rangkaian di luar kumparan.

Putaran rotor generator memotong medan magnet stator, menciptakan gaya gerak listrik, gaya gerak ini kemudian disalurkan ke hasil hukum *Faraday*, "Medan magnet yang mengalir pada besi akan menimbulkan gaya gerak listrik". Generator set terdiri dari gulungan kawat tembaga yang terdiri dari kumparan statis atau stator dan kumparan berputar atau rotor, mesin-mesin (motor penggerak) menggunakan bahan bakar gas [17].

7. Pompa

Pompa merupakan sebuah alat yang biasa dipakai untuk memindahkan cairan fluida, gas, minyak dari satu tempat ke tempat lainnya.

Pengertian pompa

Pompa adalah salah satu jenis mesin fluida yang termasuk dalam kategori mesin kerja. Mereka dapat disusun dalam seri atau paralel. Pompa adalah alat yang sangat penting untuk transportasi air atau gas karena fungsinya adalah mendorong fluida, ada keunggulan untuk masing-masing susunan, dengan susunan seri meningkatkan head dan susunan paralel meningkatkan debit.

Untuk menjalankan fungsinya, pompa membutuhkan jaringan perpipaan. Pompa sentrifugal dan pompa non energi potensial lainnya mengubah energi statis menjadi energi dinamis melalui putaran impeller pompa. Pompa sentrifugal umumnya digunakan untuk memompa cairan fluida seperti air, oli, minyak, dan lainnya di lingkungan perumahan dan industri. Beberapa parameter yang diperlukan untuk mengetahui kinerja pompa adalah

kapasitas, head pompa, daya poros, berat jenis fluida, daya hidrolis, dan dam efisiensi. Dua komponen utama pompa sentrifugal adalah impeller yang berbentuk gaya rumah pompa, dan sentrifugal, yang mengarahkan fluida ke impeller dan mengubah tekanan sekaligus kinetik fluida. Impeller ditempatkan pada poros pompa sebelum disambungkan ke motor penggerak. Impeller dan sudu-sudu impeller berputar saat penggeraknya berputar. Ini menyebabkan tekanan dan kecepatan naik ke saluran yang berbentuk volut atau spiral dari pusat pompa, lalu dikeluarkan melalui nosel [18].

8. Pipa

Pipa sangat penting bagi masyarakat karena sangat berguna dalam berbagai bidang teknik, terutama dalam teknik terutama dalam Teknik Mesin. Tanpa pipa, fluida tidak dapat mengalir. Pipa besar digunakan di rumah, bisnis kecil, hingga besar, mall, kantor pemerintah, dan infrastruktur lainnya

Pipa memiliki berbagai ukuran, mulai dari yang kecil hingga yang besar, mulai dari $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{4}$, 2, 3, 4 dan 5 inci. Mereka juga memiliki berbagai jenis material, seperti bambu, plastik, komposit, baja karbon, dan baja paduan. Karena banyaknya pipa yang digunakan, banyak kasus kerugian karena ketidaksesuaian geometri pipa yang sering terjadi. Menurut penelitian, gesekan dengan dinding, perubahan luas penampang, sambungan, katup-katup, belokan pipa, pembesaran pipa, dan pengecilan pipa adalah semua faktor yang menyebabkan kerugian tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh (Rahman, 2013) menemukan bahwa perubahan penampang, seperti pengecilan dan pembesaran pipa, menyebabkan kehilangan energi pipa lurus polivinil chlorida (PVC). Dalam penelitian lain (Waspodo, 2017), melihat jaringan pipa, menggambarkan kehilangan tekanan yang terjadi pada pipa karena diameternya yang berbeda saat menghubungkannya dengan cairan. Kegiatan rumah tangga, industri, kecil, dan industri, dan industri besar sering terganggu oleh hal ini, yang pada akhirnya menyebabkan kehilangan ekonomi. Setelah memeriksa pipa baja yang tidak sesuai dengan ukuran geometrinya, ditemukan bahwa mereka tidak memiliki merk dan tidak memenuhi persyaratan ASTM, *American Standard for Testing Materials*, yang menjelaskan diameter, skedul, dan ketebalan pipa.

9. Software EPANET 2.2

(USEPA) mengembangkan EPANET 2.2, program komputer yang digunakan untuk mensimulasikan hidrolis dan kualitas air pada jaringan pipa.

Pengertian EPANET 2.2 dan sejarahnya

EPANET 2.2 adalah bagian dari jaringan pipa, yang terdiri dari program komputer yang simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir dari pipa, pompa, katub, node (titik koneksi pipa), tangki air atau reservoir. EPANET 2.2 memantau aliran air dari setiap pipa, serta tekanan air, konsentrasi bahan kimia yang mengalir selama periode pengaliran, usia air, dan pelacakan sumber.

EPANET 2.2 dapat digunakan untuk melakukan berbagai analisis jaringan distribusi dan membantu memahami bagaimana kandungan air minum bergerak dan berakhir dalam jaringan distribusi. Untuk contoh, EPANET 2.2 membantu dalam pengelolaan rencana yang bertujuan untuk mencapai kualitas air dalam sistem melalui berbagai opsi untuk penggunaan sumber dalam berbagai sumber dalam satu sistem, opsi pemompaan untuk penjadwalan pengisian, kalibrasi model hidrolis, pemeriksaan sis khlor, dan pemeriksaan pelanggan dan pengosongan tangki, perawatan, seperti klorinasi pada tangki penyimpanan, dan opsi pengganti pentargetan pembersihan pipa. EPANET 2.2 dapat terintegrasi dengan memodifikasi input data, menjalankan simulasi, dan melihat hasil run dalam berbagai tampilan ketika dijalankan dalam lingkungan Windows, bentuk (format), juga mencakup peta, tabel data-data, grafik, dan gambar kontur [19].

10. Software Google Earth Pro

Google Earth Pro adalah perangkat lunak pemetaan yang memungkinkan pengguna melihat, menjelajahi, dan memetakan dunia secara virtual. Google Earth Pro adalah versi yang diperbarui dari Google Earth dan memiliki fitur tambahan.

Google Earth Pro merupakan software yang dapat diakses melalui internet dan memungkinkan anda menelusuri gambar beresolusi tinggi dari daerah tertentu, terutama perkotaan. Dengan peningkatan dan kemajuan teknologi informasi, Google Earth Pro banyak digunakan oleh masyarakat untuk berbagai tujuan, termasuk pemetaan, perencanaan, dan pariwisata. Di bidang pemetaan, Google Earth Pro memiliki fitur yang memungkinkan pengukuran jarak dan luas, digitasi pada layar, import koordinat teks, dan perhitungan jarak dan luas antar titik secara cepat.

Google Earth yang dibuat oleh Keyhole, inc, juga dikenal sebagai earth viewer adalah program globe virtual yang sebenarnya yang memetakan bumi dari gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, citraografi, dan pemetaan satelit. Tiga lisensi berbeda untuk GIS 3D globe dan udara tersedia google earth (400 USD per tahun) [20].

11. Software Garmin Basecamp

Perangkat lunak Garmin Basecamp memungkinkan Anda merencanakan dan mengelola aktivitas luar ruangan, serta berbagi petualangan dan data. Aplikasi ini dapat digunakan untuk berbagai aktivitas, seperti hiking, bersepeda, mengemudi atau perjalanan offline.

Pengertian Garmin BaseCamp

Software Garmin Basecamp dirancang untuk membantu pengguna yang menggunakan perangkat GPS Garmin merencanakan, mengelola, dan menganalisis perjalanan mereka. Memungkinkan pengguna mengakses, mengubah, dan menyimpan data peta rute, *waypoint*, dan trek perjalanan untuk kegiatan berkendara, bersepeda, hiking, atau ekspedisi luar ruangan lainnya. Garmin Basecamp tersedia secara gratis dan dapat digunakan pada Windows, MacOS, dan sistem operasi lainnya.

Software Garmin Basecamp berguna untuk berbagai aktivitas outdoor seperti hiking, bersepeda, berlayar, berburu, atau perjalanan darat karena mendukung berbagai jenis peta, termasuk peta topografi, citra satelit, dan peta jalan yang memudahkan pengguna memahami medan yang akan dilaluinya.

12. Garmin GPS MAP 65s

GPS Garmin terhubung menggunakan satelit GPS atau *Global Positioning System*, yang terdiri dari 24 satelit. Alat ini dapat digunakan untuk mencari lokasi, menentukan lokasi, membuat rute, dan mengukur luas area tanpa membutuhkan sinyal internet.

Pengertian Garmin GPS MAP 65s

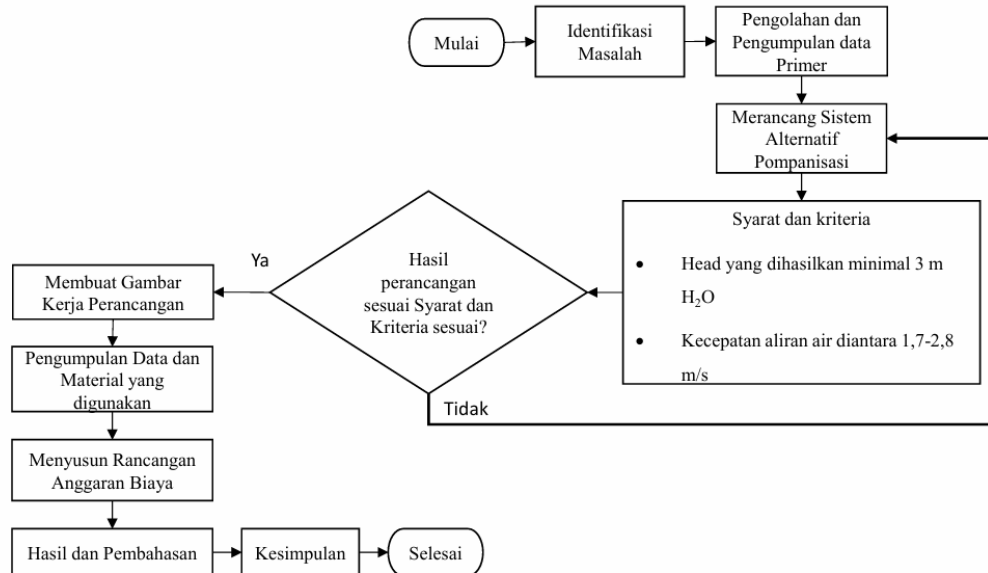
Dengan teknologi pemetaan canggih, Garmin GPS MAP 65s adalah perangkat GPS *handheld* (genggam) yang dirancang untuk navigasi luar ruangan dan cocok untuk berbagai aktivitas seperti berburu, hiking, geocaching, survei lapangan, hingga pemetaan wilayah terpencil. Bahkan di lingkungan yang sulit seperti hutan lebat, ngarai, dan daerah berbukit, GPS MAP 65s dilengkapi dengan multi-band GNSS (*Global Navigation Satellite System*), yang memungkinkannya menerima sinyal dari GPS, GLONASS, GALILEO, QZSS, dan IRNSS.

Perangkat ini yang merupakan model lanjutan dari Garmin GPS MAP 64s, memiliki layar warna 2,6 inci, sensor altimeter barometrik, dan kompas 3 sumbu. Selain itu, perangkat ini kompatibel dengan peta topografi citra satelit *BirdsEye*, dan berbagai perangkat Garmin lainnya.

BAB III METODOLOGI

1. Tahapan penelitian

Berikut adalah tahapan penelitian yang dilakukan:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

A. Identifikasi masalah

Dalam identifikasi masalah melakukan diskusi dengan pihak desa, masyarakat khususnya para petani untuk mengetahui permasalahan dan keluhan yang selama ini dialami oleh masyarakat pada saat musim kemarau, berikut merupakan permasalahan yang ada:

a) Kurangnya pasokan air ke area persawahan pada musim kemarau dan fenomena El Niño.

- Seringkali terjadi di daerah persawahan

Kekurangan air untuk setiap petak sawah selama musim kemarau dan El Niño menyebabkan kekeringan parah, mengurangi ketersediaan air untuk irigasi dan berdampak langsung pada produksi pertanian. Berikut adalah beberapa penjelasan masalah:

- Mengurangi jumlah sumber air yang ada

Suber air yang digunakan untuk irigasi, seperti sungai dan waduk, dapat mengalami penurunan debit yang signifikan selama musim kemarau atau fenomena El Niño.

- Keterbatasan yang ada pada infrastruktur irigasi

Masalah ini dapat disebabkan oleh infrastruktur irigasi yang sudah tua atau 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.

- Tingginya elevasi dari sungai ke sawah

Jika elevasi sungai lebih tinggi dari permukaan sawah, menjadi lebih sulit. Ini karena elevasi dari sungai ke sawah mempengaruhi distribusi dan efisiensi penggunaan air. Berikut adalah beberapa penjelasan masalah:

- Keterbatasan aliran gravitasi

Air sulit mengalir sendiri ke area sawah dikarenakan aliran gravitasi menjadi tidak efisien pada elevasi yang tinggi. Sistem irigasi berbasis gravitasi, seperti saluran terbuka, biasanya tidak dapat diandalkan pada saat perbedaan elevasi yang signifikan.

- Biaya energi untuk pompa

Untuk mengakirkan air dari sungai ke sawah, diperlukan pompa jika perbedaan terlalu tinggi. Pompa yang kuat dan biaya operasionalnya, seperti bahan bakar atau listrik, dapat menimbulkan beban signifikan bagi petani dan sistem irigasi secara keseluruhan.

- Potensi kehilangan air

Kemungkinan kehilangan air karena kebocoran atau penguapan saluran pengairan meningkat dengan elevasi, yang dapat mengurangi efisiensi sistem irigasi.

- Kesulitan pengaturan tekanan air

Saluran perpipaan dengan mengalami masalah pengaturan karena perbedaan elevasi yang besar.

b) Petani mempunyai keinginan panen dua kali dalam satu periode

- Petani biasanya mengharapkan peningkatan hasil produksi pertanian

Namun, untuk mencapai hal ini, beberapa syarat dan kondisi harus dipenuhi agar sistem pertanian beroperasi dengan baik. Hal ini terutama berkaitan dengan ketersediaan air, dan manajemen irigasi.

- Pentingnya ketersediaan air yang cukup untuk panen dua kali dalam setahun

Penanaman dua kali selama satu tahun membutuhkan pasokan air yang stabil dan cukup, terutama selama musim kemarau. Ini memerlukan sistem irigasi yang efisien dan dapat diandalkan sepanjang tahun. Jika pasokan air hanya bergantung pada hujan atau sistem irigasi yang tidak memadai, ini dapat menjadi hambatan yang signifikan.

- Manajemen irigasi

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

B. Pengolahan data primer

a) Tracking

Tracking persawahan adalah proses pemantauan kondisi di lahan pertanian menggunakan teknologi modern. Tujuannya adalah untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, serta mengelola sumber daya secara keberlanjutan. Setelah menentukan dan meninjau Lokasi persawahan memutuskan untuk memulai tracking area menggunakan Garmin GPSMAP 65s, dengan menggunakan alat ini dapat mengetahui jalur yang sudah di lewati sehingga tidak mengulangi jalur yang sama. Alat ini mempunyai fitur waypoint yaitu dapat menandai titik yang dilewati, juga fitur marking untuk menamai titik yang di tandai. Fitur fitur ini sangat membantu dalam perancangan seperti penempatan jalur pipa dan persimpangan pipa. Memulai tracking persawahan ini dimulai dari sumber air dilanjut ke sawah perpetaknya sehingga ketika menyelurusi area persawahan tidak ada yang terlewat untuk mendapatkan hasil yang akurat.



Gambar 2. Jalur hasil tracking

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

Index	Elevation	Leg Distance	Leg Time	Leg Speed	Leg Course	Time	Position
470	11 m	9 m	0:01:21	0.4 km/h	351.6° true	12/08/...	S6° 32'...
471	11 m	8 m	0:00:11	2.7 km/h	106.0° true	12/08/...	S6° 32'...
472	11 m	12 m	0:00:13	3.4 km/h	88.6° true	12/08/...	S6° 32'...
473	11 m	14 m	0:00:12	4.3 km/h	96.1° true	12/08/...	S6° 32'...
474	11 m	21 m	0:00:16	5 km/h	97.8° true	12/08/...	S6° 32'...
475	11 m	1 m	0:00:02	2.2 km/h	106.2° true	12/08/...	S6° 32'...
476	11 m	1 m	0:00:25	0.1 km/h	26.7° true	12/08/...	S6° 32'...
477	11 m	9 m	0:00:17	2.0 km/h	90.1° true	12/08/...	S6° 32'...
478	11 m	18 m	0:00:18	3.6 km/h	93.5° true	12/08/...	S6° 32'...

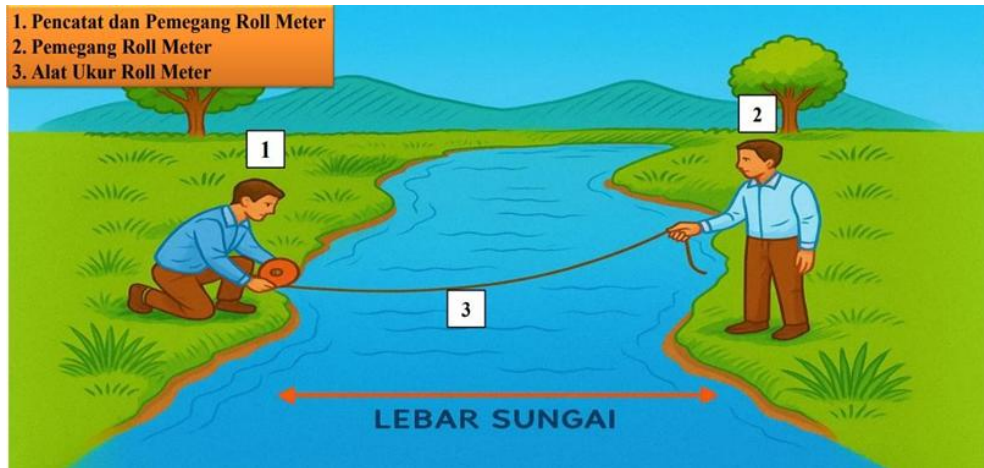
Gambar 3. Cara mengumpulkan data elevasi

b) Pengukuran lebar sungai

Pengukuran sungai ini adalah salah satu syarat untuk menghitung debit sungai. Dalam melakukan pengukuran lebar sungai ini menggunakan metode sederhana dengan roll meter satuan cm, resolusinya 0,1 cm dan *range* 0-20 m, pertama menentukan lokasi sungai selanjutnya membuat patok dari bambu dan di letakkan di dua sisi pinggir sungai secara garis lurus yang kemudian dibentangkan tali antara dua patok yang berseberangan, lalu membuat tiga patok yang saling mengikat dengan jarak antar patok 5 m.



Gambar 4. Pengukuran lebar sungai

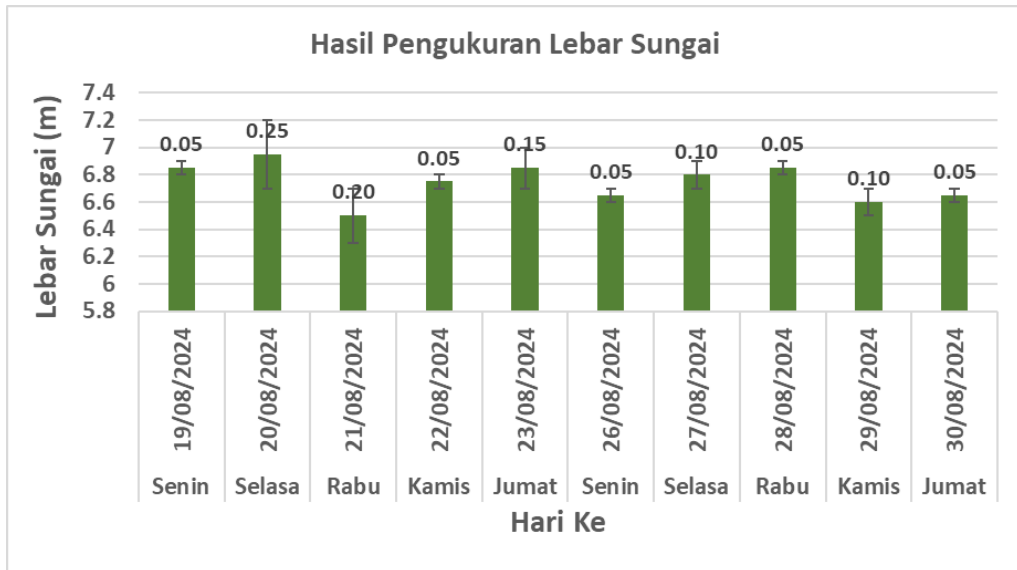


Gambar 5. Sketsa pengukuran lebar sungai

Tabel 1. Data pengukuran lebar sungai pagi hari selama 10 hari

DATA 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 lebar sungai selama 10 hari				6.75	0.23	3.34%

Data pengukuran lebar sungai yang telah didapatkan selama 10 hari pengukuran mendapatkan rata-rata pagi dan sore hari sebesar 6,75 m dengan ketidakpastian ke atas dan ke bawah terkecilnya 0,1 m dan terbesarnya 0,25 m. Dan total ketidakpastiannya senilai 3.34%.



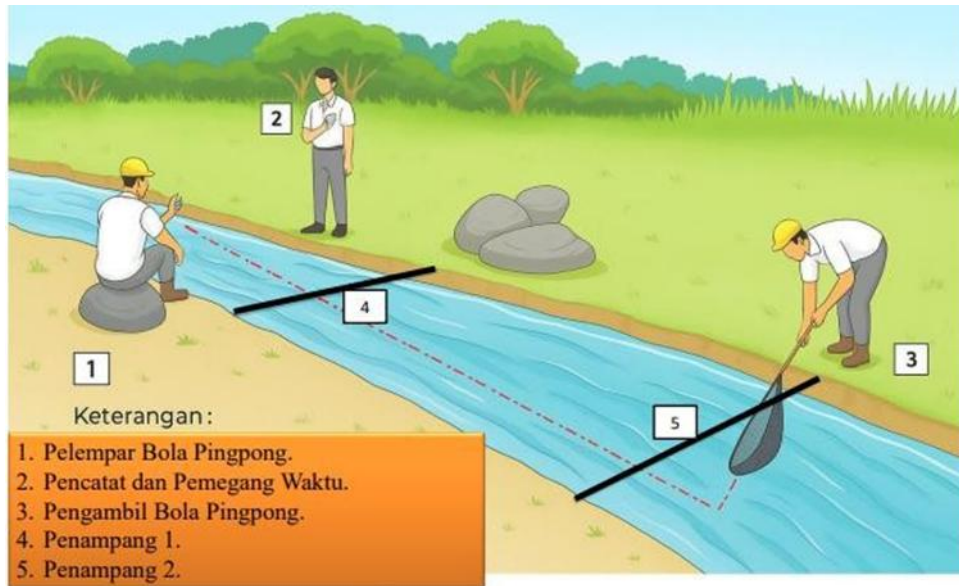
Gambar 6. Grafik pengukuran lebar sungai

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

Pengukuran waktu tempuh bola pingpong ini dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* dari *HandPhone* dengan satuan menit, resolusi 0,1 s dan rangnya 0-60 menit, pengukuran ini dilakukan selama 10 hari dengan jarak 15 m luas penampang sebagai patokan dari pengukuran.



Gambar 7. Pengukuran waktu tempuh bola pingpong penampang 1 ke penampang 2

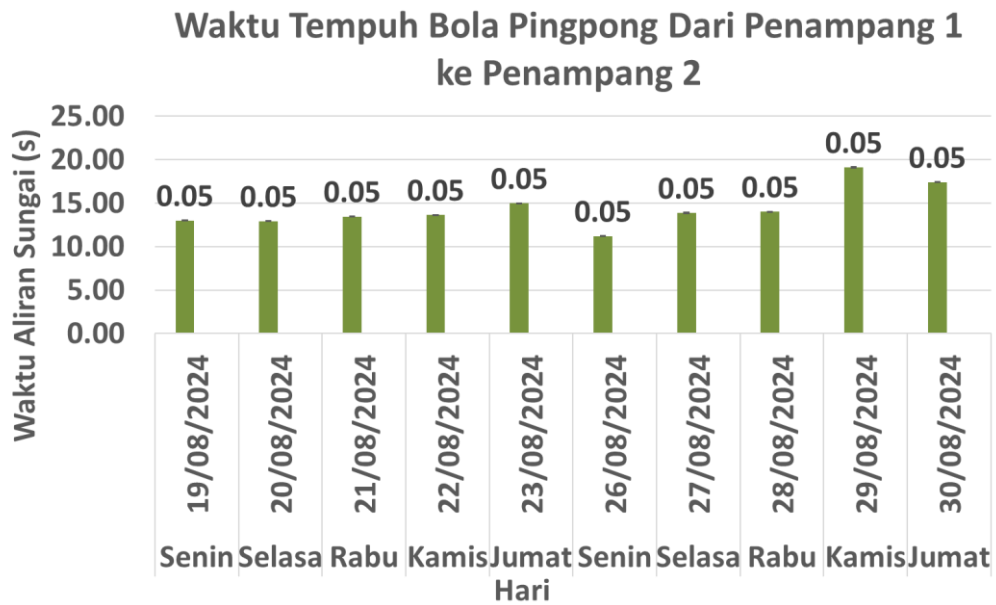


Gambar 8. Sketsa pengukuran waktu tempuh bola pingpong

Tabel 2. Data kecepatan aliran sungai selama 10 hari

DATA HASIL PENGUKURAN WAKTU TEMPUH BOLA PINGPONG DARI PENAMPANG 1 KE PENAMPANG 2 DENGAN JARAK 15m				
HARI	TANGGAL	WAKTU(s)	UNCERTAINTY	PERSENTASE
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	0.33%
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 PER 6 HARI		13.47	0.55	4.05%

Data hasil pengukuran selama 10 hari yang digunakan hanya 6 hari dikarenakan untuk mendapatkan hasil ketidakpastian di bawah 5% data yang digunakan yaitu pada tanggal 19, 20, 21, 22, 27 dan 28 mendapatkan rata-rata senilai 13,47 s dengan ketidakpastian per hari senilai 0,05% dan total ketidakpastian selama 6 hari senilai 4,02%.



Gambar 9. Grafik pengukuran kecepatan aliran sungai

d) Pengukuran kedalaman sungai penampang ke 1 ke panampang 2

Pengukuran kedalaman air sungai bertujuan untuk mengetahui ketinggian air di bawah permukaan air. Proses ini dilakukan dengan metode sederhana yaitu menggunakan bambu sebagai alat kemudian meteran dengan satuan cm, resolusinya 0,1cm dan range 0-20m sebagai alat ukur. Dalam langkah pertama, menentukan lokasi yang diukur kedalamannya. Dalam pengukuran ini menggunakan metode sederhana dengan membentangkan tali rafia kemudian setelah menandai tali rafia dari pinggir ke ujung sungai mengukur panjang tali rafia yang telah ditandai menggunakan meteran.



Gambar 10. Pengukuran kedalaman aliran sungai



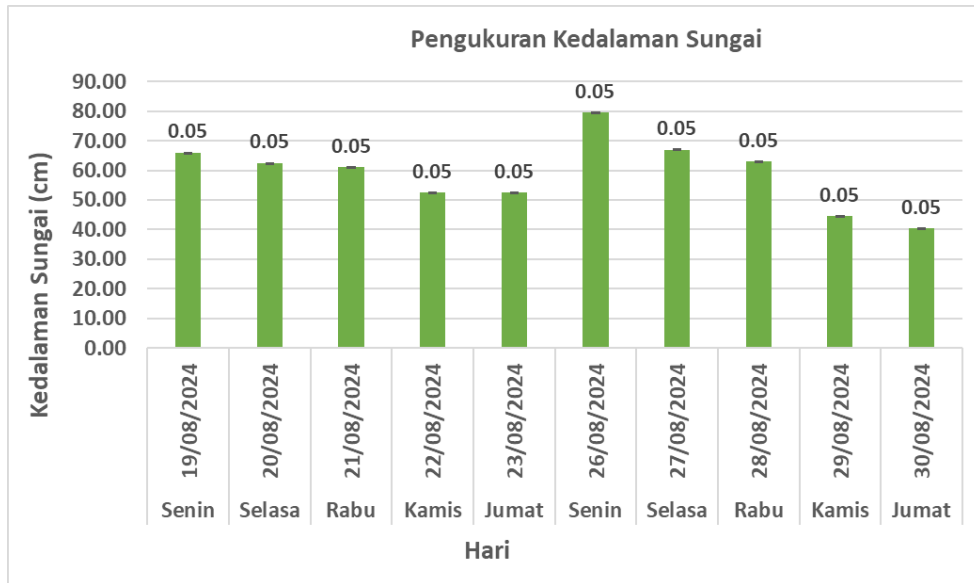
Gambar 11. Sketsa pengukuran kedalaman sungai penampang 1

Setelah melakukan pengukuran selama 10 hari, data yang didapat selanjutnya dibuatkan tabel seperti di bawah ini.

Tabel 3. Data hasil pengukuran kedalaman air sungai selama 10 hari

PENGUKURAN KEDALAMAN SUNGAI PENAMPANG KE 1 (cm)				
HARI	TANGGAL	KEDALAMAN	UNCERTAINTY	PERSENTASE
Senin	19/08/2024	66.00	0.05	0.10%
Selasa	20/08/2024	62.50	0.05	0.11%
Rabu	21/08/2024	61.00	0.05	0.10%
Kamis	22/08/2024	52.50	0.05	0.11%
Jumat	23/08/2024	52.50	0.05	0.12%
Senin	26/08/2024	79.50	0.05	0.07%
Selasa	27/08/2024	67.00	0.05	0.08%
Rabu	28/08/2024	63.00	0.05	0.13%
Kamis	29/08/2024	44.50	0.05	0.14%
Jumat	30/08/2024	40.50	0.05	0.16%
Rata-rata Kedalaman Penampang 1 Selama 5 Hari		63.90	3.00	4.69%

Data yang didapat dari 10 hari hanya 5 yang digunakan karena untuk mendapatkan hasil ketidakpastian di bawah 5% data yang digunakan mulai dari tanggal 19, 20, 21, 27 dan 28 mendapatkan rata-rata senilai 63,90 cm. Untuk ketidakpastian per hari senilai 0,05cm dan untuk ketidakpastian selama 5 hari senilai 4,69%.



Gambar 12. Grafik pengukuran kedalaman sungai penampang 1

e) Perhitungan kecepatan aliran sungai

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

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

$$v = \frac{15}{13.59}$$

$$v = 1.10 \text{ m/s}$$

Keterangan:

v = Kecepatan aliran (m/s)

S = Jarak (m)

t = Waktu tempuh (s)

Jadi, laju aliran didapat dari perhitungan jarak di kali waktu dan mendapatkan hasil kecepatan alirannya yaitu 1,10 m/s.

f) Perhitungan debit sungai

Perhitungan debit dapat dilakukan jika pengukuran sebelumnya telah selesai. Meliputi pengukuran luas penampang, kecepatan aliran air dan kedalaman air sungai. Perhitungan

debit ini berfungsi untuk mengetahui volume air sungai pada hari pertama pengukuran sampai dengan hari ke 10 juga mengetahui rata-rata debit sungai selama 10 hari.

Rumus debit yang digunakan:

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

$$Q = 1.10 \times 6.75 \times 0.64$$

$$Q = 4.75 \text{ m}^3/\text{s}$$

Keterangan:

Q = Debit (m^3/s)

V = Kecepatan aliran air (m/s)

L = Luas penampang (m^2)

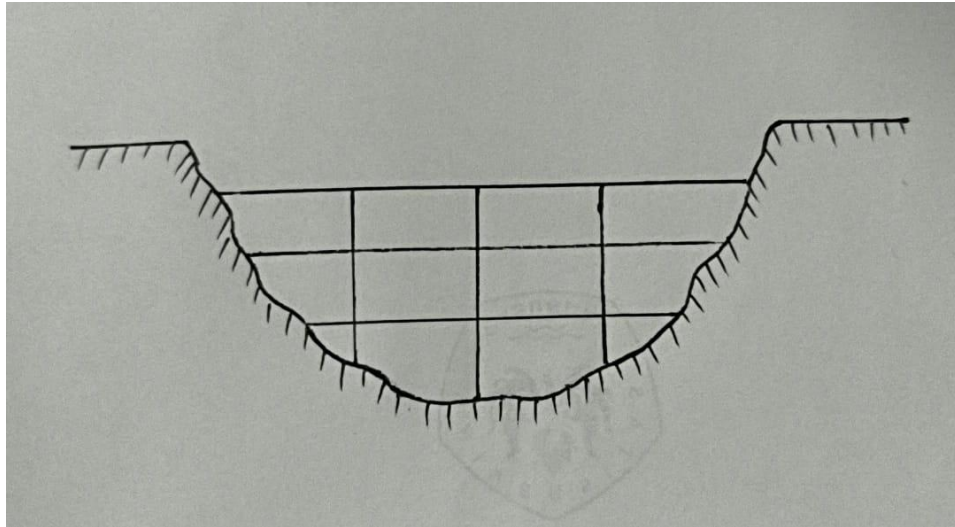
H = Kedalaman (cm)

Data hasil perhitungan debit air Sungai mendapatkan hasil $4.76 \text{ m}^3/\text{s}$ atau $285600 \text{ l}/\text{min}$. Pengukuran debit sebaiknya dilakukan menggunakan alat ukur current meter flowwatch. Tujuannya untuk mendapatkan hasil yang akurat, dan juga dapat dilakukan pada beberapa kedalaman.



Gambar 13. *Current meter Flowwatch*

Terlihat pada gambar di bawah sketsa kedalaman pengukuran debit air. Kotak-kotak terlihat pada gambar di bawah ini menunjukkan beberapa lokasi kedalaman.

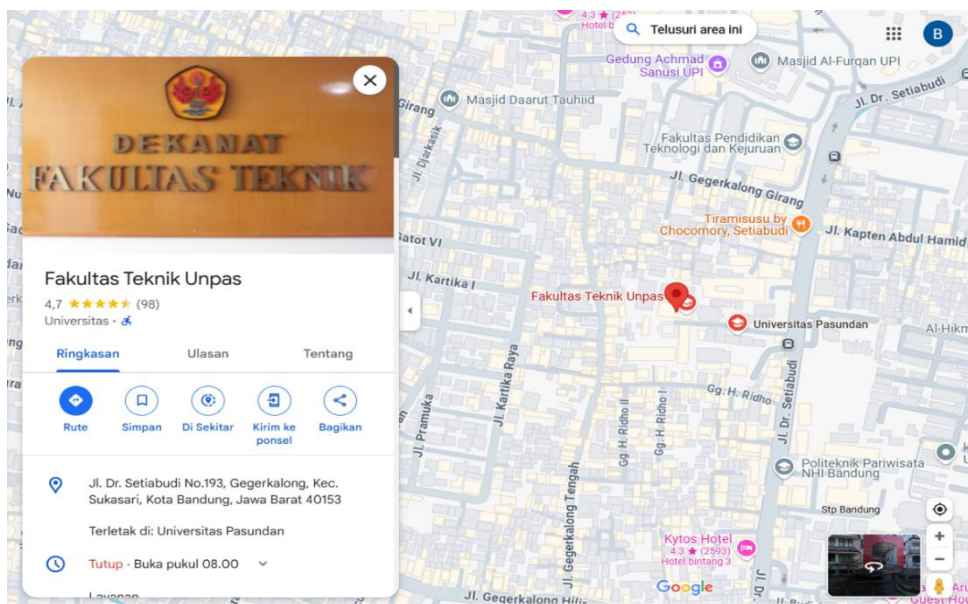


Gambar 14. Sketsa lokasi kedalaman pengukuran debit air

2. Tempat penelitian

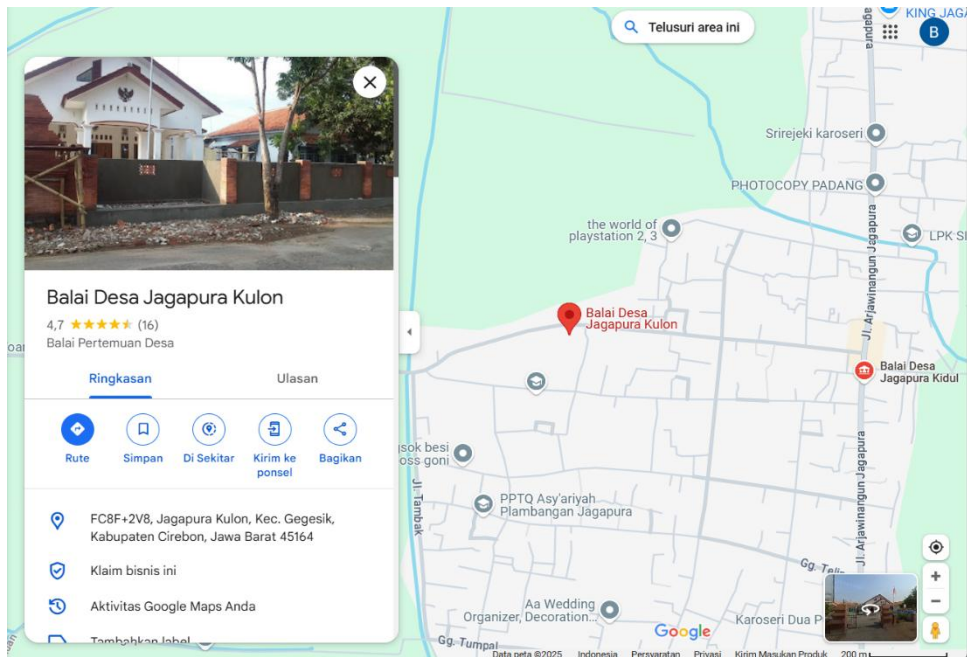
Tempat penelitian ini dilakukan pada dua tempat, yaitu:

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



Gambar 15. Lokasi FT Universitas Pasundan

b. Desa Jagapura Kulon, Kec. Gegecik, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat 45164.



Gambar 16. Lokasi Desa Jagapura Kulon

3. Alat yang digunakan

Dalam penelitian ini menggunakan peralatan sebagai berikut:

Tabel 4. Peralatan yang digunakan

No	Peralatan	Jumlah
1	Garmin GPSMAP 65s	1
2	Roll Meter	1
3	Software Epanet	1
4	Software Google earth	1
5	Software Garmin basecamp	1
6	StopWatch HandPhone	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

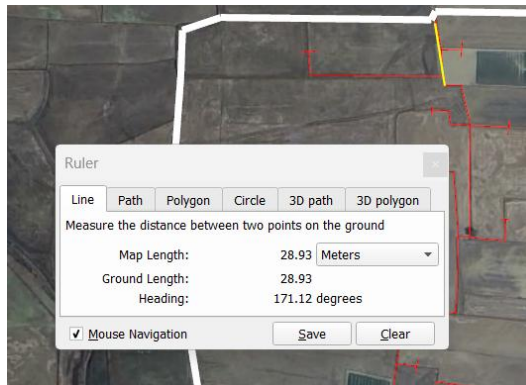
Pengukuran waktu tempuh aliran dilakukan dengan metode tracer menggunakan bola pingpong yang dilepaskan pada penampang sungai pertama dan dicatat waktu kedatangannya pada penampang kedua. Pengukuran waktu dilakukan menggunakan stopwatch digital bawaan handphone dengan satuan detik, resolusi pengukuran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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas pembuatan jalur, kalibrasi, membuat simulasi perancangan di software EPANET 2.2, membuat anggaran biaya, dan memuat data elevasi pada software Basecamp yang sudah diimport dari alat Garmin GPSMAP 65s.

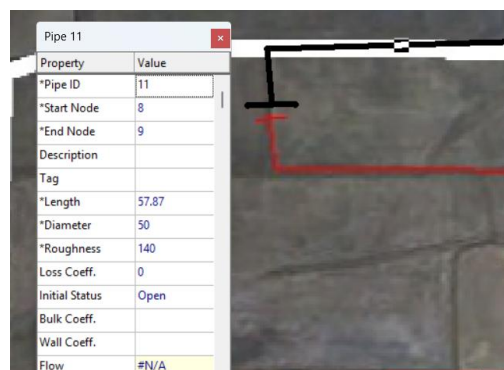
1. Kalibrasi

Proses mengubah atau memeriksa alat ukur agar hasil pengukuran yang dilakukan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dikenal sebagai kalibrasi. Memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan adalah tujuan akhir. Langkah pertama adalah menentukan jarak yang diukur. Setelah itu, anda dapat mengukurnya menggunakan fitur penggaris Google Earth, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 17. Pengukuran jarak pada software Google Earth Pro

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

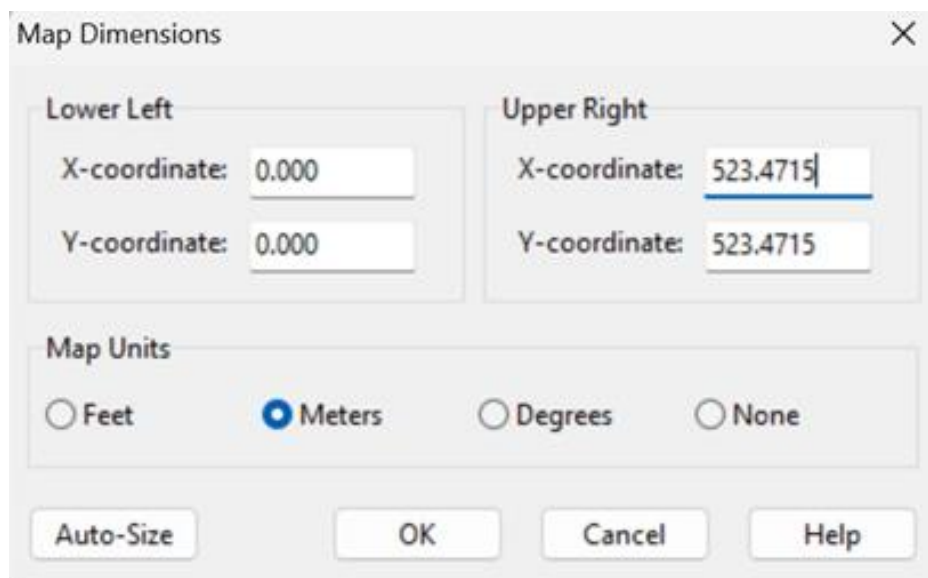
Setelah dilakukan pengukuran pada software Google Earth dan EPANET 2.2 kemudian dihitung menggunakan rumus di bawah ini.

Jarak asli pada Google Earth = 100,06 m

Jarak pada EPANET 2.2 = 1911,47 m

$$\begin{aligned}
 \text{Kalibrasi panjang} &= \frac{\text{jarak asli pada Google Earth}}{\text{jarak pada Epanet}} \times 10000 & (3) \\
 &= \frac{100.06}{1911.47} \times 10000 \\
 &= 523.4715 \text{ (hasil kalibrasi)}
 \end{aligned}$$

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



Gambar 19. Memasukkan hasil kalibrasi pada map dimensions EPANET 2.2

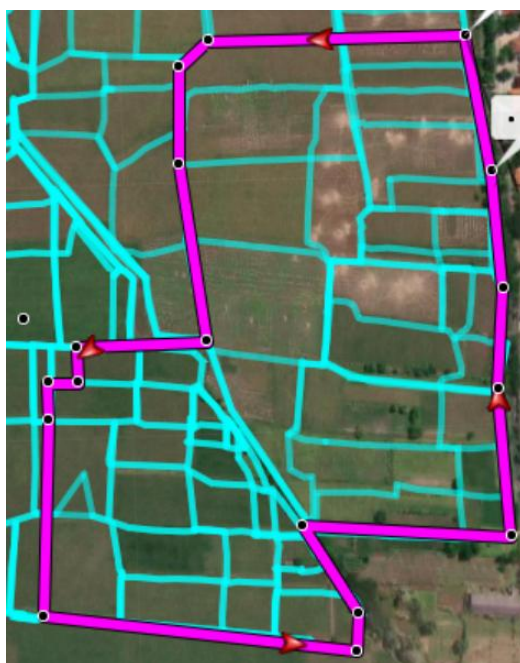
Setelah selesai melakukan kalibrasi, tahap selanjutnya adalah memulai proses perancangan sistem. Proses ini dilakukan dengan mempertimbangkan data hasil kalibrasi agar rancangan yang dibuat lebih akurat serta sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan.

2. Membuat jalur dan memuat data elevasi dari software Basecamp

Setelah pengukuran, menunjukkan hasil area 7,99 hektar yang telah ditetapkan sebelumnya.



Gambar 20. Dasar area penelitian



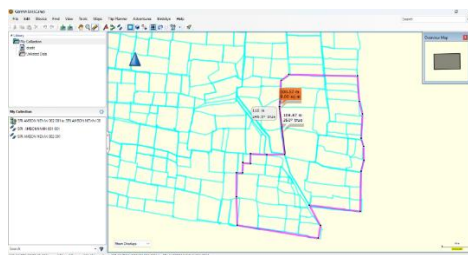
Gambar 21. Luas area penelitian

Area penelitian seluas 7,99 hektar, seperti yang ditunjukkan oleh jalur berwarna ungu pada gambar diatas. Untuk memaksimalkan daya gravitasi, jalur perpipaan dibuat setelah mengumpulkan data wilayah penelitian. Karena peta yang ditampilkan dari satelit tampak persis seperti yang terjadi di lapangan, jalur ini dibuat menggunakan software Google Earth. Software Basecamp dapat digunakan untuk melihat data elevasi yang sebelumnya diukur.

Index	Elevation	Leg Distance	Leg Time	Leg Speed	Leg Course	Time	Position
470	11 m	9 m	0:01:21	0.4 km/h	351.6° tse	12/08/...	S6° 32...
471	11 m	8 m	0:00:11	2.7 km/h	106.0° tse	12/08/...	S6° 32...
472	11 m	12 m	0:00:13	3.4 km/h	68.6° tse	12/08/...	S6° 32...
473	11 m	14 m	0:00:12	4.3 km/h	96.1° tse	12/08/...	S6° 32...
474	11 m	21 m	0:00:16	5 km/h	97.8° tse	12/08/...	S6° 32...
475	11 m	1 m	0:00:02	2.2 km/h	106.2° tse	12/08/...	S6° 32...
476	11 m	1 m	0:00:25	0.1 km/h	26.7° tse	12/08/...	S6° 32...
477	11 m	9 m	0:00:17	2.0 km/h	90.1° tse	12/08/...	S6° 32...
478	11 m	18 m	0:00:18	3.6 km/h	53.5° tse	12/08/...	S6° 32...

Gambar 22. Mencari data elevasi

Untuk melihat angka elevasi, hanya klik dua kali pada jalur berwarna biru, dan muncul semua data elevasi untuk setiap jalur yang telah dilewati. Lingkaran berwarna oren pada gambar diatas menunjukkan elevasi yang dicari, dan data untuk elevasi tersebut ditemukan dalam tabel yang diblokkan dengan warna biru. Selanjutnya, cari panjang jalur yang dapat dimasukkan ke dalam 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 hidraulika yang digunakan pada penelitian ini.

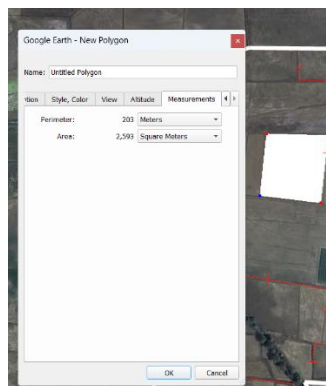


Gambar 24. Membuat jalur pipa di Google Earth

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

3. Mengukur luas petak sawah

Memfaatkan program Google Earth untuk mengukur luas setiap petak sawah, mengukur luasnya menggunakan satuan meter persegi. Data yang diukur ditunjukkan pada gambar dibawah.

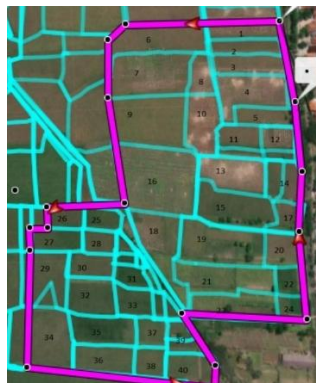


Gambar 25. Mengukur luas area petak sawah

Pada gambar diatas dapat dilihat luas area yang dilakukan pengukuran dihasilkan besaran seluas $2,593 \text{ m}^2$.

4. Menghitung kebutuhan air pada setiap petak sawah

Menghitung kebutuhan air dengan referensi 1 l/s/hektar , atau 1 liter per detik per hektar, untuk mendapatkan jumlah dasar permintaan atau jumlah kebutuhan air. Nilai referensi sebelumnya digunakan untuk mendapatkan jumlah dasar permintaan. Harus dikalikan dengan luas per petak sawah dan kemudian dikalikan dengan penguapan dan penyerapan.



Gambar 26. Jumlah petak sawah

Setelah menentukan berapa banyak petak sawah yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air, langkah berikutnya adalah membuat tabel dengan memasukkan data luas per petak yang telah diukur sebelumnya dan dikalikan dengan kebutuhan air 1 l/s/hektar (1 liter per detik per hektar). Perhitungan ini, 0.017 L/m², dikalikan dengan luas per petak, menghasilkan data basis permintaan seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Kebutuhan Air	1	L/s/ha
	60	L/min/ha
Luas	7.99	ha
	479.4	L/min/ha
1 Ha	10000	m ²
Kebutuhan Air	0.048	L/min/m ²

Gambar 27. Perhitungan *base demand*

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)

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

Bd_{total} = Base demand total (L/min)

Bd = Base demand (L/min)

Base demand total (L/min) adalah kebutuhan air yang dihasilkan dari perkalian luas per petak sawah dan kebutuhan air per liter per detik per hektar. Di sisi lain, *base demand* total (L/min) adalah kebutuhan air yang dihasilkan dari perkalian *base demand* dengan nominal (100/80) untuk penyerapan dan penguapan ke atas. Tabel berikut menunjukkan hasilnya.

Tabel 5. Kebutuhan air per petak sawah

Petak	Luas (m ²)	Base demand (LPM)	Base Demand Total (LPM)
1	970	112.44	140.55
2	484	56.11	70.13
3	1497	173.53	216.92
4	1520	176.20	220.25
5	1377	159.62	199.53
6	1459	169.13	211.41
7	4942	572.88	716.10
8	1629	188.83	236.04
9	3647	422.76	528.45
10	2666	309.04	386.30
11	989	114.64	143.31
12	2839	329.10	411.37
13	1223	141.77	177.21
14	1989	230.56	288.21
15	1307	151.51	189.38
16	6067	703.29	879.11
17	662	76.74	95.92
18	2674	309.97	387.46
19	3503	406.07	507.58
20	1579	183.04	228.80
21	1891	219.20	274.01
22	971	112.56	140.70
23	1236	143.28	179.10
24	1084	125.66	157.07
25	1731	200.66	250.82
26	1221	141.54	176.92
27	2726	316.00	395.00
28	932	108.04	135.05
29	914	105.95	132.44
30	1861	215.73	269.66
31	1593	184.66	230.83
32	1683	195.09	243.87
33	1723	199.73	249.66
34	2211	256.30	320.37
35	1090	126.35	157.94
36	2169	251.43	314.29
37	1101	127.63	159.53
38	1491	172.84	216.05
39	1366	158.35	197.93
40	1754	203.32	254.15
41	4824	559.20	699.00
42	854	99.00	123.74

5. Syarat dan kriteria perancangan

Untuk melakukan perancangan, standar dan persyaratan berikut digunakan sebagai tolak ukur:

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

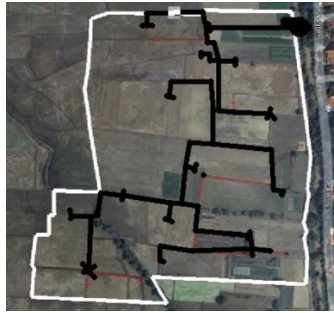
Metode penempatan pompa yang digunakan terdapat dua cara, pertama metode paralel yang digunakan untuk menaikkan volume air yang lebih besar. Kedua metode seri yang digunakan untuk menaikkan *head* atau daya dorong pompa.

6. Membuat desain dan mensimulasikan pada software EPANET 2.2

Dengan mempertimbangkan tekanan yang dihasilkan dan kecepatan aliran yang sudah ditentukan, desain alternatif untuk sistem pompanisasi dibuat. Merancang jalur perpipaan dengan dua alternatif memasukkan data seperti elevasi, panjang pipa, dan kebutuhan air (*base demand*).

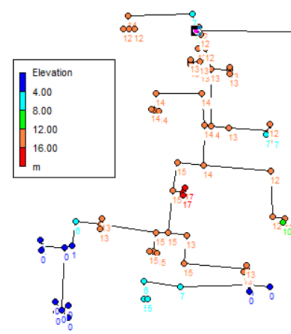
A. Desain alternatif pertama

Diharapkan bahwa desain alternatif pertama yang menggunakan pompa dan jaringan perpipaan akan menghasilkan tekanan dan kecepatan yang memenuhi syarat dan persyaratan yang telah ditetapkan. Pertama, jalur yang telah dibuat pada *software Google Earth* harus ditransfer ke *software EPANET 2.2*.



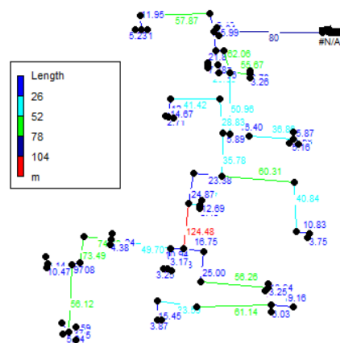
Gambar 28. Jalur perpipaan pada software EPANET 2.2 alternatif pertama

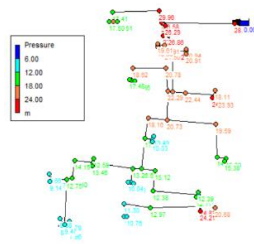
Langkah selanjutnya adalah memasukkan data elevasi ke setiap titik *junction*, yang ditunjukkan dengan (titik hitam pada gambar diatas), ke dalam *software Basecamp*. Anda harus sangat berhati-hati saat memasukkan data ini karena harus sesuai dengan jalur yang dimasukkan. Gambar dibawah menunjukkan elevasi EPANET 2.2 yang dimasukkan ke dalam jaringan perpipaan.



Gambar 29. Data elevasi pada jaringan perpipaan

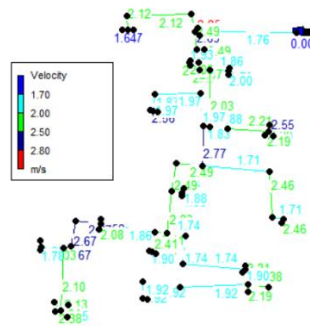
Setelah data elevasi dimasukkan, langkah berikutnya adalah memasukkan data panjang pipa, yang didapat dari software Basecamp. Untuk pipa yang paling pendek senilai 26 m dan yang paling tinggi senilai 104 m.





Gambar 33. Head yang dihasilkan

Tekanan yang dihasilkan pada alternatif pertama berkisar antara 6,00-24,00 m. 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 34. Kecepatan pipa yang dihasilkan

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.

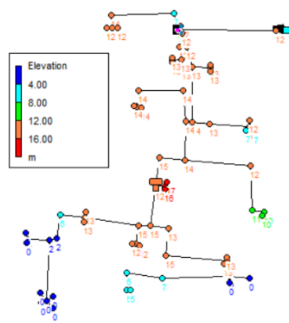
B. Desain alternatif kedua

Diharapkan bahwa tekanan dan kecepatan yang dihasilkan dari desain alternatif kedua yang menggunakan pompa, tandon, dan jaringan perpipaan akan memenuhi standar dan persyaratan. Pertama, jalur yang telah dibuat pada software Google Earth harus di transfer ke software EPANET 2.2.



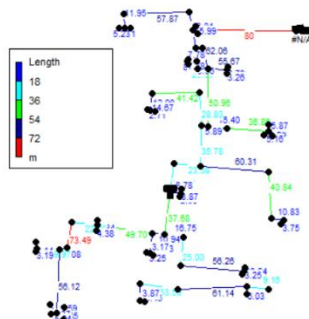
Gambar 35. Desain alternatif kedua pada software EPANET 2.2

Langkah selanjutnya adalah memasukkan data elevasi pada setiap titik junction, yang ditunjukkan dengan titik hitam pada gambar di atas, ke dalam software Basecamp. Karena data elevasi harus sesuai dengan jalur yang dimasukkan, masukkan data dengan hati-hati. Gambar di bawah menunjukkan elevasi epanet yang dimasukkan ke dalam jaringan perpipaan.



Gambar 36. Data elevasi pada 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 18 m dan yang paling panjangnya 72 m.



Gambar 37. Data panjang pipa alternatif kedua

C. Perhitungan pompa, genset 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 43. Pompa ebara *end suction* MODEL FSH 150X125 desain alternatif 1 [21]

Tabel 6. Spesifikasi pompa alternatif 1

Spesifikasi	Keterangan
Model	FSA 150×125 4JA515
Jenis	End Suction Volute Pump
Diameter Inlet/Outlet	150 mm / 125 mm
Kapasitas Aliran (Flow)	5600
Head Maksimum	17 m
Kecepatan Motor	1.500 rpm (4 Pole / 50 Hz)
Daya Motor	±30 kW
Suhu Operasional	0 – 80 °C
Material Bodi	Cast Iron / Stainless Steel (opsional)
Sistem Perawatan	BPO (Back Pull Out)
Berat Pompa	± 430 kg (tanpa motor)
Dimensi Perkiraan	± 1.385 × 640 × 1.180 mm



Gambar 44. Genset Silent 150KVA 120KW Heavy Duty Tsuzumi [21]

Tabel 7. Spesifikasi genset alternatif 1

Spesifikasi	Keterangan
Model	Tsuzumi TDG-150
Tipe	Diesel, Silent Type, Heavy Duty
Daya Output Kontinu	50 Kw
Daya Standby	45 Kw
Frekuensi	50 Hz
Tegangan	400 V, 3-phase
Mesin	Diesel, 6-silinder turbo
Alternator	Brushless, AVR stabil
Panel Kontrol	Digital (Tsuzumi / DeepSea setara)
Dimensi (P×L×T)	± 2800 × 1200 × 1600 mm
Berat	± 1.400 – 1.600 kg
Fitur Tambahan	Automatic Shutdown, Silent Canopy



Gambar 45. Pompa Barmesa Split Coupled Vertical Inline desain alternatif 2 [21]

Tabel 8. Spesifikasi pompa alternatif 2

Spesifikasi	Keterangan
Model	Barmesa 60401315 (8×8×15)
Tipe	Vertical Inline, Split Coupled
Daya Motor	150 HP (±112 kW)
Tegangan Operasi	3-phase, 460 V
Frekuensi Operasi	60 Hz
Kecepatan Motor	1.750 rpm (4-pole)
Kapasitas Aliran	Hingga 3.200 GPM (12113 l/min)
Head Maksimum	Hingga 20 meter
Impeller	Tertutup, seimbang dinamis
Seal Mekanis	Viton / Karbon–Silikon Karbida
Dimensi (PxLxT)	±1.245 × 660 × 2.060 mm
Berat	±820 kg
Aplikasi	HVAC, sirkulasi air, cooling



Gambar 46. Genset Perkins 150KVA Silent Type [21]

Tabel 9. Spesifikasi genset alternatif 2

Spesifikasi	Keterangan
Model	Perkins Silent Type 150 kVA
Daya Prime	150 kVA (120 kW)
Daya Standby	165 kVA (132 kW)
Tegangan Output	400 V, 3-phase
Frekuensi	60 Hz
Kecepatan Mesin	1.500 rpm (sinkron)
Konsumsi BBM	±33,4 liter/jam @100% load
Tangki BBM	±400 liter
Alternator	Brushless, dengan AVR
Kontrol Panel	Digital, proteksi lengkap
Dimensi (PxLxT)	±3.265 × 1.163 × 1.858 mm
Berat	±2.380 kg
Fitur	Silent canopy, ATS-ready

Tabel 10. Perhitungan pompa desain alternatif pertama

Parameter	Nilai	
Luas Sawah	79900	m ²
Kedalaman Genangan	0.15	m
Volume Air Dibutuhkan	11985	m ³
Kapasitas Pompa	306	m ³ /jam
Waktu Pengisian	39	jam
Biaya Operasional per Jam	Rp 42,840.00	-
Total Biaya Operasional	Rp 1,677,900.00	-

Tabel 11. Perhitungan pompa desain alternatif kedua

Parameter	Nilai	
Luas Sawah	79900	m ²
Kedalaman Genangan	0.15	m
Volume Air Dibutuhkan	11985	m ³
Kapasitas Pompa	660	m ³ /jam
Waktu Pengisian	18	jam
Biaya Operasional per Jam	Rp 121,698.22	-
Total Biaya Operasional	Rp 2,209,929.02	-

Tabel 12. Biaya operasional per jam alterntif pertama

Komponen	Harga	Liter	Jam	Biaya (Rp/jam)
Solar	Rp 6,800.00	6.3	-	Rp 42,840.00
Oli mesin	Rp 720,000.00	18	250	Rp 51,840.00
Perawatan berkala	Rp 1,420,000.00	-	250	Rp 5,680.00
Penyusutan alat	Rp 16,455,961.00	-	30000	Rp 548.53
Biaya operasional	Rp 1,677,900.00	247	39	Rp 42,840.00
Total biaya operasional per jam	-	-	-	Rp 100,908.53

Tabel 13. Biaya operasional per jam alterntif kedua

Komponen	Harga	Liter	Jam	Biaya (Rp/jam)
Solar	Rp 6,800.00	17.9	-	Rp 121,720.00
Oli mesin	Rp 600,000.00	10	100	Rp 60,000.00
Perawatan berkala	Rp 2,800,000.00	-	200	Rp 14,000.00
Penyusutan alat	Rp 112,058,200.00	-	40000	Rp 2,801.46
Biaya operasional	Rp 2,209,929.02	325	18	Rp 121,698.22
Total biaya operasional per jam	-	-	-	Rp 320,219.67

Tabel 14. Biaya investasi alternatif pertama

Komponen	Nilai
Pompa EBARA model fs 150x125	Rp 16,455,961.00
Genset Silent 150 KVA 120KWatt Heavy Duty - Tsuzumi TDG150	Rp 75,649,000.00
Total Investasi Alat	Rp 92,104,961.00

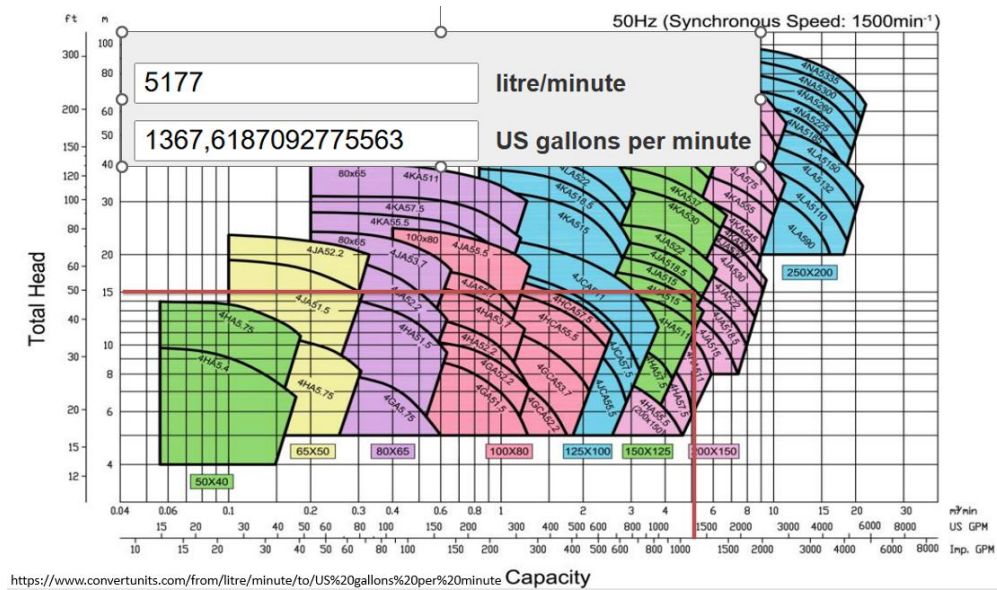
Tabel 15. Biaya investasi alternatif kedua

Komponen	Nilai
Split Coupled Vertical Inline Pump	Rp 112,058,200.00
Genset Perkins 150 kVA Genset Power Indo, Power Generator Silent Type	Rp 311,000,000.00
Total Investasi Alat	Rp 423,058,200.00

D. Perhitungan sistem perpipaan dan karakteristik pompa

Langkah awal dalam merancang kapasitas pompa untuk kebutuhan irigasi adalah menentukan besarnya head dan debit aliran yang diperlukan. Pada kasus ini, kebutuhan air untuk lahan persawahan seluas 7,99 hektar diperkirakan sebesar 21 m³/h. Data tersebut menjadi dasar dalam penentuan spesifikasi pompa agar sistem irigasi dapat berjalan secara efisien dan sesuai dengan kebutuhan lapangan.

Pompa yang digunakan adalah pompa ebara end suction MODEL FSH 150X125 Untuk alternatif pertama dan pompa Barmesa Split Coupled Vertical Inline Pump untuk alternatif kedua.



Gambar 47. Kurva karakteristik pompa desain alternatif pertama [21]

Diketahui							
L	80 m				ρ air	998 kg/m ³	
h	14.06 m				μ	0.00077 Ns/m ²	
Q	5177 l/min				e	0.046 mm	
	0.08629 m ³ /s				e/di	0.000181	
do	0.27305 m						
t	0.009271 m						
di	0.254508 m						
A	0.050874 m ²						
V	1.70 m/s						
Re	559514						
f	0.014963						
f*	0.013481						
hf	0.62 m						
hp	14.68 m						

Gambar 48. Hasil perhitungan pompa alternatif 1

Tabel 16. Data sistem perpipaan alternatif 1

Table 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	0.33	108068	0.0184	0.0136	0.02	14.08
2000	0.033	0.66	216136	0.0166	0.0135	0.09	14.15
3000	0.050	0.98	324204	0.0158	0.0135	0.21	14.27
4000	0.067	1.31	432272	0.0153	0.0135	0.37	14.43
5178	0.086	1.70	559576	0.0150	0.0135	0.62	14.68
6000	0.100	1.97	648408	0.0148	0.0135	0.83	14.89
7000	0.117	2.29	756476	0.0146	0.0135	1.14	15.20
8000	0.133	2.62	864544	0.0145	0.0135	1.48	15.54
9000	0.150	2.95	972612	0.0144	0.0135	1.88	15.94
10000	0.167	3.28	1080680	0.0143	0.0135	2.32	16.38
11000	0.183	3.60	1188748	0.0143	0.0135	2.80	16.86
12000	0.200	3.93	1296816	0.0142	0.0135	3.33	17.39
13000	0.217	4.26	1404884	0.0141	0.0135	3.91	17.97
14000	0.233	4.59	1512952	0.0141	0.0135	4.54	18.60

Tabel 17. Data karakteristik pompa alternatif 1

Karakteristik Pompa	
H (m)	Q (LPM)
26	7100
25	8000
24	9200
23	10125
22	10900
21	11500
20	12485
19	13100
18	13800

Tabel 18, Titik desain alternatif 1

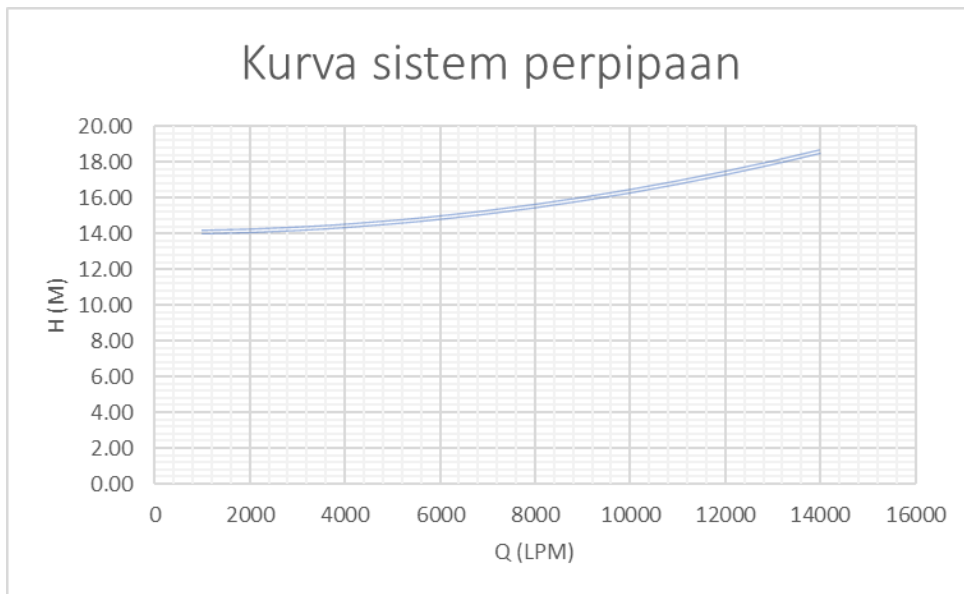
Titik Desain	
H (m)	Q (LPM)
14.68	5177

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

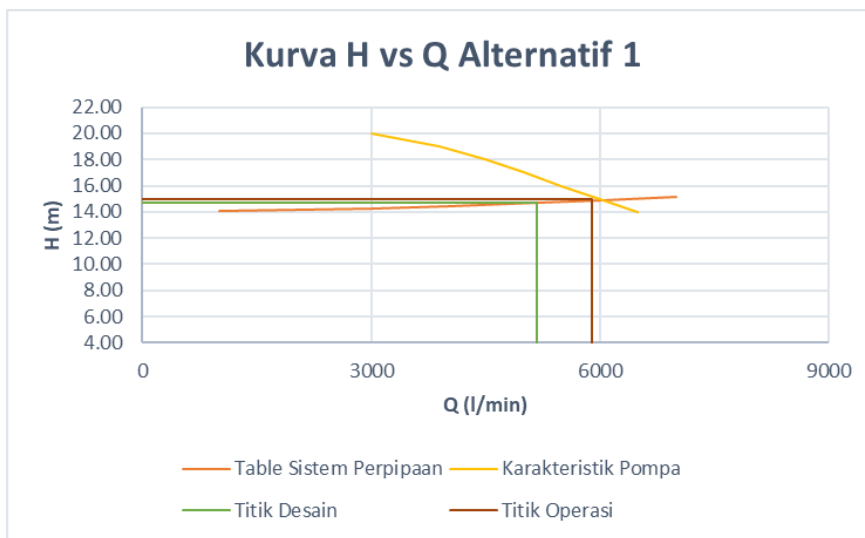
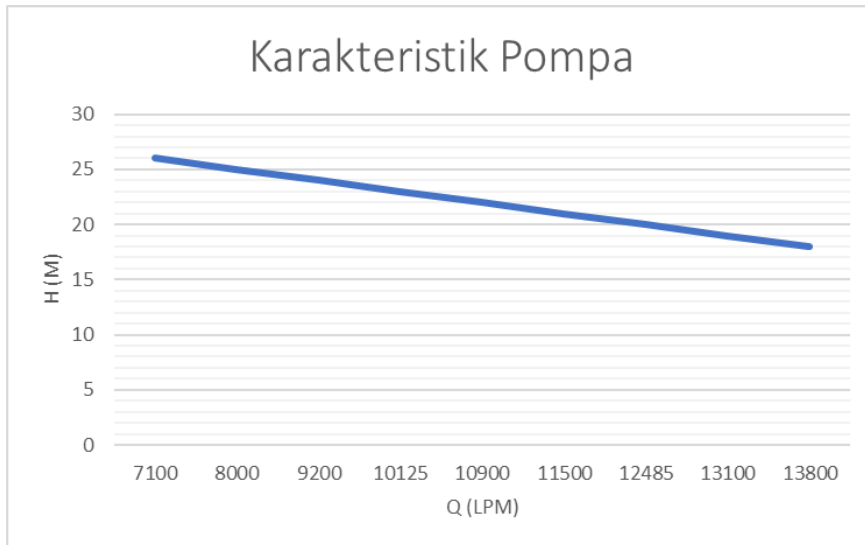
Tabel 19. Titik operasi alternatif 1

Titik Operasi	
H (m)	Q (LPM)
18.3	13500

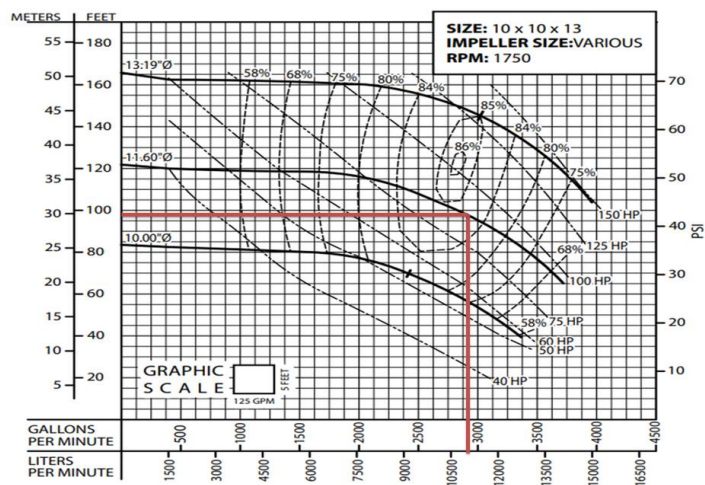
Gambar 49. Kurva sistem perpipaan alternatif 1



Gambar 50. Kurva karakteristik pompa



Gambar 51. Kurva H vs Q alternatif 1



Gambar 52. Kurva karakteristik pompa desain alternatif kedua [21]

Diketahui							
L	80 m			rho air	998 kg/m ³		
h	17.94 m			μ	0.00077 Ns/m ²		
Q	11000 l/min			e	0.046 mm		
	0.183333333 m ³ /s			e/di	0.000152		
do	0.32385 m						
t	0.0103124 m						
di	0.3032252 m						
A	0.072213844 m ²						
V	2.54 m/s						
Re	997760						
f	0.01403089						
f*	0.013007271						
hf	1.13 m						
hp	19.07 m						

Gambar 53. Hasil perhitungan pompa alternatif 2

Tabel 20. Data sistem perpipaan alternatif 2

Table 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	0.01	17.95
3000	0.050	0.69	272116	0.0159	0.0131	0.08	18.02
5000	0.083	1.15	453527	0.0150	0.0130	0.23	18.17
7000	0.117	1.62	634938	0.0145	0.0130	0.46	18.40
9000	0.150	2.08	816349	0.0142	0.0130	0.75	18.69
11000	0.183	2.54	997760	0.0140	0.0130	1.13	19.07
13000	0.217	3.00	1179171	0.0139	0.0130	1.57	19.51
15000	0.250	3.46	1360582	0.0138	0.0130	2.10	20.04
17000	0.283	3.92	1541993	0.0137	0.0130	2.69	20.63
19000	0.317	4.39	1723404	0.0136	0.0130	3.36	21.30
21000	0.350	4.85	1904814	0.0136	0.0130	4.11	22.05
23000	0.383	5.31	2086225	0.0135	0.0130	4.92	22.86
25000	0.417	5.77	2267636	0.0135	0.0130	5.82	23.76
27000	0.450	6.23	2449047	0.0135	0.0130	6.79	24.73
29000	0.483	6.69	2630458	0.0134	0.0130	7.83	25.77

Tabel 21. Data karakteristik pompa alternatif 2

Karakteristik Pompa	
H (m)	Q (LPM)
23	12000
22	15000
21	16500
20	17500
19	18500

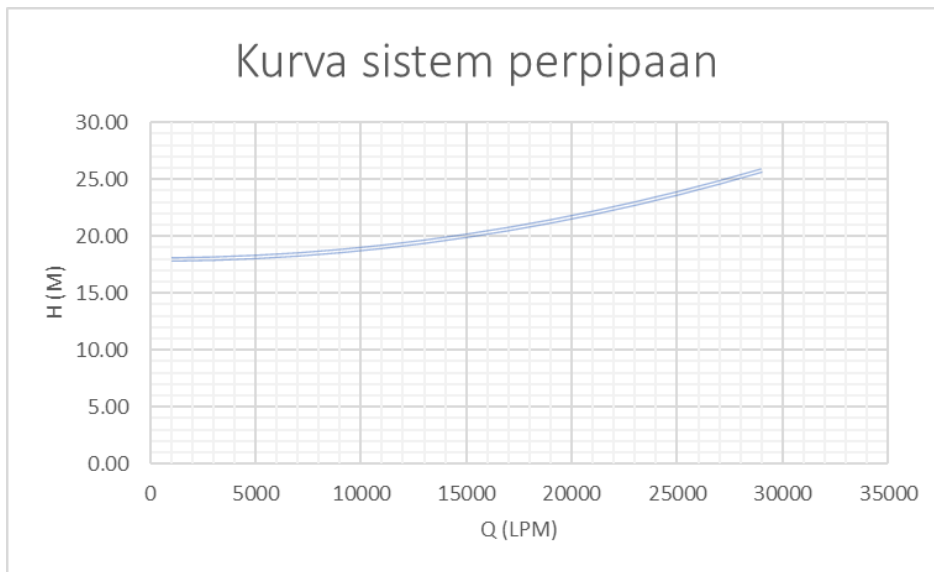
Tabel 22. Titik desain alternatif 2

Titik Desain	
H (m)	Q (LPM)
19.07	11000

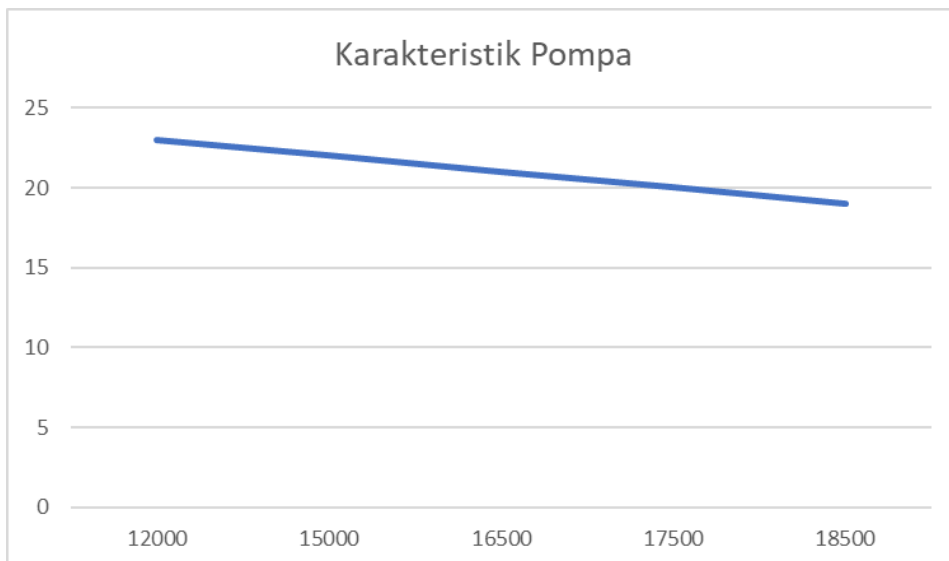
Setelah melihat data di atas, bisa memperkirakan titik operasi aktual pompa sesuai dengan perpotongan antara garis kurva sistem perpipaan dengan kurva karakteristik pompa. Tabel titik operasi aktual pompa adalah sebagai berikut.

Tabel 23. Titik operasi alternatif 2

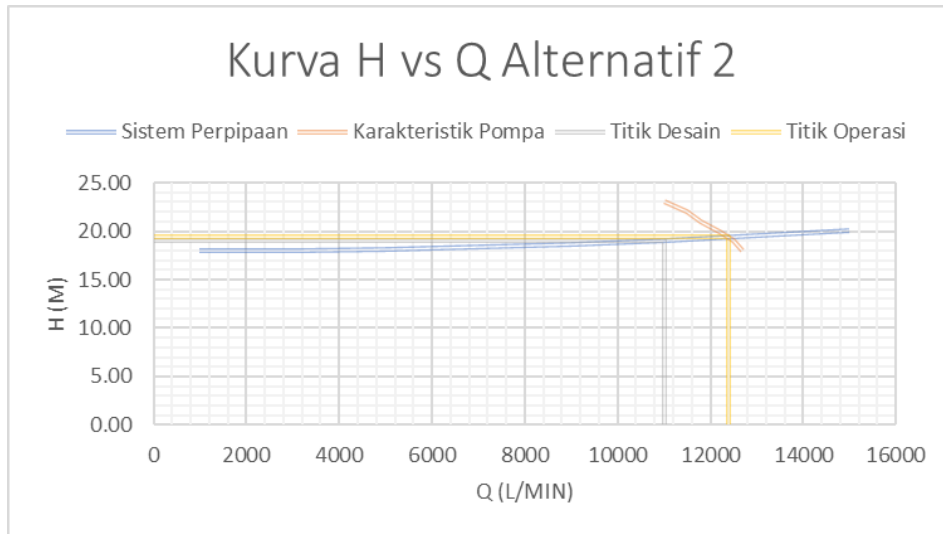
Titik Operasi	
H (m)	Q (LPM)
20.60	16900



Gambar 54. Kurva sistem perpipaan alternatif 2



Gambar 55. Kurva karakteristik pompa alternatif 2



Gambar 56. Kurva H vs Q alternatif 2

E. Membandingkan dengan penelitian sebelumnya

Penelitian terdahulu yang dilakukan I Ketut Soriarta, I Putu Dwikarna Putra pada tahun 2025, dengan judul “Analisis sistem penyediaan air minum malet Kecamatan Susut Kabupaten Bangli Berbasis Aplikasi EPANET 2.2”. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sistem penyediaan air dengan perbedaan elevasi sumber air ke area target sebesar 154 m dan area pemukiman untuk penyediaan air seluas 4931 hektar.

Pada penelitian ini yang dilakukan Biaggi Budi Saputra pada tahun 2025 dengan judul “Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 5 seluas 7,99 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon”. Pada penelitian ini sistem pengairan persawahan dengan perbedaan elevasi 1,94 m. dimana sumber air yang lebih rendah dibandingkan dengan area yang dialiri air seluas 7,99 hektar.

Tabel 24. Perbandingan dengan penelitian terdahulu

Perbandingan											
Pnelitian terdahulu						Penelitian yang dilakukan					
Elevasi (m)	Luas area (ha)	Debit (M ³ /s)	Kebutuhan air (lpm)	Tekanan maks (m)	Range kecepatan aliran (m/s)	Elevasi (m)	Luas area (ha)	Debit (M ³ /s)	Kebutuhan air (lpm)	Tekanan maks (m)	Range kecepatan aliran (m/s)
154	4931	0.01	594	161.18	0.3-2	1.94	7.99	0.108	5177.42	29.96	1.7-2.8

7. Menyusun rancangan anggaran biaya

Penyusunan anggaran biaya merupakan salah satu komponen penting dalam perencanaan pembangunan, karena berfungsi untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kebutuhan dana yang diperlukan, baik untuk kegiatan pelaksanaan pekerjaan maupun untuk pengadaan material. Dalam konteks perancangan ini, anggaran biaya disusun secara sistematis agar dapat mengestimasi total pembiayaan secara akurat dan transparan. Dengan

demikian, proses pembangunan dapat direncanakan dan dieksekusi secara efisien serta sesuai dengan kapasitas anggaran yang tersedia. Untuk memperoleh hasil analisis yang lebih komprehensif, rancangan anggaran biaya disajikan dalam dua alternatif, yang masing-masing mempertimbangkan pendekatan teknis dan ekonomis yang berbeda. Perbandingan antar alternatif ini diharapkan dapat memberikan dasar pertimbangan dalam pemilihan opsi yang paling layak dan efektif untuk diterapkan di lapangan. Berikut adalah rancangan anggaran biaya alternatif pertama dan kedua:

Tabel 25. Rancangan anggaran biaya alternatif 1

Rancangan Anggaran Biaya Blok 2 Alternatif 1								
No	Nama Barang	Nominal Diameter		Jumlah			Harga Satuan	Harga Total
		(Inch)	(mm)	(Batang)	(Buah)	(Kg)		
1	Pipa Pralon PVC	4"	100	3	-	-	Rp 23,250.00	Rp 69,750.00
		5"	125	2	-	-	Rp 31,650.00	Rp 63,300.00
		1"	25	1	-	-	Rp 43,250.00	Rp 43,250.00
		1 1/4"	30	12	-	-	Rp 64,900.00	Rp 778,800.00
		1 1/2"	40	11	-	-	Rp 74,500.00	Rp 819,500.00
		2"	50	15	-	-	Rp 95,200.00	Rp 1,428,000.00
		3"	75	8	-	-	Rp 138,800.00	Rp 1,110,400.00
		6"	150	4	-	-	Rp 139,507.14	Rp 558,028.57
		8"	200	5	-	-	Rp 157,542.86	Rp 787,714.29
		10"	250	1	-	-	Rp 175,578.57	Rp 175,578.57
		2 1/2"	65	10	-	-	Rp 193,614.29	Rp 1,936,142.86
								Rp 7,770,464.29
2	Sambungan Pipa Y	4"	100	-	1	-	Rp 65,600.00	Rp 65,600.00
		2"	50	-	1	-	Rp 24,500.00	Rp 24,500.00
		3"	75	-	1	-	Rp 48,500.00	Rp 48,500.00
								Rp 138,600.00
3	Sambungan Pipa L	4"	100	-	3	-	Rp 33,900.00	Rp 101,700.00
		2"	50	-	9	-	Rp 9,700.00	Rp 87,300.00
		8"	200	-	2	-	Rp 128,500.00	Rp 257,000.00
		2 1/2"	65	-	5	-	Rp 7,300.00	Rp 36,500.00
		3"	75	-	4	-	Rp 17,000.00	Rp 68,000.00
		6"	150	-	1	-	Rp 45,000.00	Rp 45,000.00
								Rp 595,500.00
4	Sambungan Pipa T	2"	50	-	3	-	Rp 27,500.00	Rp 82,500.00
		2 1/2"	65	-	3	-	Rp 6,600.00	Rp 19,800.00
		1 1/2"	40	-	2	-	Rp 11,750.00	Rp 23,500.00
		5"	125	-	1	-	Rp 80,000.00	Rp 80,000.00
		6"	150	-	3	-	Rp 82,000.00	Rp 246,000.00
		8"	200	-	2	-	Rp 200,000.00	Rp 400,000.00
		10"	250	-	1	-	Rp 510,000.00	Rp 510,000.00
								Rp 1,361,800.00
5	Sambungan Pipa X	2 1/2"	65	-	1	-	Rp 23,000.00	Rp 23,000.00
		3"	75	-	1	-	Rp 55,000.00	Rp 55,000.00
		4"	100	-	1	-	Rp 83,000.00	Rp 83,000.00
		5"	125	-	1	-	Rp 98,000.00	Rp 98,000.00
		10"	200	-	1	-	Rp 124,600.00	Rp 124,600.00
6	Lem PVCPLASS	-	-	-	-	1	Rp 160,950.00	Rp 160,950.00
7	Genset Silent 150 KVA 120KWatt Heavy Duty - Tsuzumi TDG150	-	-	-	1	-	Rp 75,649,000.00	Rp 75,649,000.00
8	Pompa ebara model fsha 150x125	-	-	-	1	-	Rp 16,455,961.00	Rp 16,455,961.00
9	Ball Valve	1"	25	-	1	-	Rp 24,100.00	Rp 24,100.00
		1 1/4"	30	-	12	-	Rp 34,500.00	Rp 414,000.00
		1 1/2"	40	-	9	-	Rp 59,200.00	Rp 532,800.00
		2"	50	-	7	-	Rp 65,200.00	Rp 456,400.00
		2 1/2"	65	-	2	-	Rp 189,535.00	Rp 379,070.00
								Rp 1,806,370.00
Jumlah total								Rp 115,994,979.57

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

Tabel 26. Rancangan anggaran biaya alternatif 2

Rancangan Anggaran Biaya Blok 2 Alternatif 2									
No	Nama Barang	Nominal Diameter		Jumlah			Harga Satuan		Harga Total
		(Inch)	(mm)	(Batang)	(Buah)	(Kg)			
1	Pipa Pralon PVC	4"	100	3	-	-	Rp	23,250.00	Rp 69,750.00
		5"	125	2	-	-	Rp	31,650.00	Rp 63,300.00
		1"	25	1	-	-	Rp	43,250.00	Rp 43,250.00
		1 1/4"	30	12	-	-	Rp	64,900.00	Rp 778,800.00
		1 1/2"	40	10	-	-	Rp	74,500.00	Rp 745,000.00
		2"	50	15	-	-	Rp	95,200.00	Rp 1,428,000.00
		3"	75	8	-	-	Rp	138,800.00	Rp 1,110,400.00
		6"	150	1	-	-	Rp	139,507.14	Rp 139,507.14
		12"	300	1	-	-	Rp	157,542.86	Rp 157,542.86
		10"	250	9	-	-	Rp	175,578.57	Rp 1,580,207.14
	2 1/2"	65	10	-	-	Rp	193,614.29	Rp 1,936,142.86	
									Rp 8,051,900.00
2	Sambungan Pipa Y	12"	300	-	1	-	Rp	370,000.00	Rp 370,000.00
		3"	75	-	1	-	Rp	48,500.00	Rp 48,500.00
									Rp 418,500.00
3	Sambungan Pipa L	4"	100	-	2	-	Rp	33,900.00	Rp 67,800.00
		2"	50	-	3	-	Rp	9,700.00	Rp 29,100.00
		12"	300	-	2	-	Rp	525,000.00	Rp 1,050,000.00
		2 1/2"	65	-	2	-	Rp	7,300.00	Rp 14,600.00
		3"	75	-	4	-	Rp	17,000.00	Rp 68,000.00
									Rp 1,229,500.00
4	Sambungan Pipa T	2"	50	-	1	-	Rp	27,500.00	Rp 27,500.00
		2 1/2"	65	-	1	-	Rp	6,600.00	Rp 6,600.00
		1 1/2"	40	-	1	-	Rp	11,750.00	Rp 11,750.00
		5"	125	-	1	-	Rp	80,000.00	Rp 80,000.00
		6"	150	-	2	-	Rp	82,000.00	Rp 164,000.00
	12"	300	-	3	-	Rp	200,000.00	Rp 600,000.00	
									Rp 889,850.00
5	Sambungan Pipa X	2 1/2"	65	-	1	-	Rp	23,000.00	Rp 23,000.00
		3"	75	-	2	-	Rp	55,000.00	Rp 110,000.00
		4"	100	-	1	-	Rp	83,000.00	Rp 83,000.00
		5"	125	-	1	-	Rp	98,000.00	Rp 98,000.00
		12"	300	-	1	-	Rp	637,800.00	Rp 637,800.00
6	Lem PVCPLASS	-	-	-	-	1	Rp	160,950.00	Rp 160,950.00
7	Pompa Barmesa Split Coupled Vertical Inline Pump	-	-	-	-	-	Rp	112,058,200.00	Rp 112,058,200.00
8	Genset Perkins 150 kVA Genset Power Indo, Power Generator	-	-	-	-	-	Rp	311,000,000.00	Rp 311,000,000.00
9	Ball Valve	1"	25	-	1	-	Rp	24,100.00	Rp 24,100.00
		1 1/4"	30	-	12	-	Rp	34,500.00	Rp 414,000.00
		1 1/2"	40	-	9	-	Rp	59,200.00	Rp 532,800.00
		2"	50	-	7	-	Rp	65,200.00	Rp 456,400.00
		2 1/2"	65	-	2	-	Rp	189,535.00	Rp 379,070.00
									Rp 1,806,370.00
10	Tandon	-	-	-	1	-	Rp	25,000,000.00	Rp 25,000,000.00
total									Rp 473,963,190.00

Berikut ini disajikan perbandingan antara anggaran yang digunakan di lapangan dengan hasil perhitungan sistem pompanisasi, yang bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi dan kesesuaian perencanaan terhadap kondisi aktual di lapangan.

Tabel 27. Perbandingan anggaran pompanisasi di lapangan dan perhitungan

Perbandingan anggaran					
Pompanisasi yang tersedia/1000 m			Sistem pompanisasi/ 79900 m		
Harga sewa/ hari	Bahan bakar minyak (bbm)	Biaya operasional	Biaya investasi	Bahan bakar minyak (bbm)	Biaya operasional
Rp 200,000.00	Rp 68,000.00	Rp 100,000.00	Rp 92,104,961.00	Rp 8,113.00	Rp 100,000.00
Rp 1,660,000.00	Rp 5,433,200.00	Rp 7,990,000.00	Rp 92,104,961.00	Rp 1,622,600.00	Rp 7,990,000.00
Jumlah total		Rp 15,083,200.00	jumlah total		Rp 101,717,561.00

Berdasarkan hasil analisis perbandingan anggaran, sistem pompanisasi dan yang saat ini digunakan di lapangan dapat perbedaan dalam biaya nahan bakar minyak. Dengan menggunakan sistem pompanisasi dapat lebih hemat dalam pengeluaran biaya. Temuan

Tabel 29. Data *length diameter, flow, velocity, headloss friction* faktor alternatif 1

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow (LPM)	Velocity (m/s)	Unit Headloss	Friction Factor
Pipe 14	21.82	200	140	4692.78	2.49	25.61	0.016
Pipe 15	62.06	200	140	4692.78	2.49	25.61	0.016
Pipe 16	55.67	65	140	369.95	1.86	55.31	0.02
Pipe 17	2.7	40	140	134.88	1.79	90.85	0.022
Pipe 19	29.58	65	140	491.04	2.47	93.44	0.02
Pipe 20	6.36	65	140	491.04	2.47	93.44	0.02
Pipe 21	8.37	65	140	491.04	2.47	93.44	0.02
Pipe 22	7.78	30	140	81.84	1.93	146.23	0.023
Pipe 23	7.78	65	140	409.2	2.06	66.66	0.02
Pipe 24	50.96	200	140	3831.79	2.03	17.6	0.017
Pipe 25	16.4	65	140	374.37	1.88	56.54	0.02
Pipe 29	5.89	200	140	3457.42	1.83	14.55	0.017
Pipe 30	28.83	75	140	522.68	1.97	52.24	0.02
Pipe 33	12.98	50	140	220.74	1.87	76.29	0.021
Pipe 34	2.71	50	140	301.94	2.56	136.27	0.02
Pipe 38	32.87	50	140	276.22	2.34	115.56	0.021
Pipe 39	8.48	25	140	54.81	1.86	169.15	0.024
Pipe 40	12.69	50	140	221.41	1.88	76.72	0.021
Pipe 41	124.48	150	140	2368.47	2.23	29.31	0.017
Pipe 42	16.75	100	140	818.14	1.74	29.5	0.019
Pipe 46	10.83	60	140	290.05	1.71	52.05	0.021
Pipe 48	3.75	50	140	290.05	2.46	126.5	0.02
Pipe 49	25	100	140	818.14	1.74	29.5	0.019
Pipe 54	33.59	50	140	225.71	1.92	79.5	0.021
Pipe 55	15.45	50	140	225.71	1.92	79.5	0.021
Pipe 57	3.87	50	140	225.71	1.92	79.5	0.021
Pipe 63	10.94	125	140	1550.33	2.11	32.5	0.018
Pipe 64	17.33	40	140	182.74	2.42	159.43	0.021
Pipe 65	3.17	30	140	102.34	2.41	221.22	0.022
Pipe 66	3.25	30	140	80.4	1.9	141.5	0.023
Pipe 67	49.7	125	140	1367.59	1.86	25.76	0.018
Pipe 69	14.24	65	140	502.35	2.52	97.46	0.02
Pipe 70	74.4	75	140	708.67	2.67	91.81	0.019
Pipe 71	73.49	75	140	708.67	2.67	91.81	0.019
Pipe 72	7.08	75	140	708.67	2.67	91.81	0.019
Pipe 73	19.97	40	140	152.84	2.03	114.51	0.022
Pipe 74	6.14	30	140	77.16	1.82	131.12	0.023
Pipe 75	10.47	30	140	75.68	1.78	126.5	0.023
Pipe 89	3.26	50	140	235.07	2	85.71	0.021
Pipe 90	41.42	75	140	522.68	1.97	52.24	0.02
Pipe 91	14.67	75	140	522.68	1.97	52.24	0.02
Pipe 92	24.87	150	140	2644.69	2.49	35.96	0.017
Pipe 94	4.38	40	140	156.57	2.08	119.74	0.022
Pipe 3	4.6	30	140	114.02	2.69	270.24	0.022
Pipe 4	5.1	30	140	120.81	2.85	300.8	0.022
Pipe 5	80	250	140	5177.42	1.76	10.36	0.016
Pipe 10	16.04	50	100	249.81	2.12	178.89	0.039
Pipe 11	57.87	50	140	249.81	2.12	95.93	0.021
Pipe 12	11.95	50	140	249.81	2.12	95.93	0.021
Pipe 18	5.01	40	100	125.86	1.67	149.03	0.042
Pipe 31	5.23	40	100	123.95	1.64	144.87	0.042
Pipe 32	15.99	200	140	4692.78	2.49	25.61	0.016
Pipe 37	40.84	50	140	290.05	2.46	126.5	0.02
Pipe 56	35.78	150	140	2934.74	2.77	43.6	0.017
Pipe 68	23.38	150	100	2644.69	2.49	67.05	0.032
Pipe 79	36.86	60	140	374.37	2.21	83.49	0.02
Pipe 80	5.58	30	100	101.26	2.39	404.5	0.042
Pipe 83	5.87	30	140	108.22	2.55	245.33	0.022
Pipe 84	5.16	40	140	164.89	2.19	131.79	0.022
Pipe 99	13.94	75	140	585.05	2.21	64.37	0.019
Pipe 100	19.16	30	140	101.1	2.38	216.28	0.022
Pipe 101	6.03	50	140	258.24	2.19	102.01	0.021
Pipe 102	61.14	50	140	225.71	1.92	79.5	0.021
Pipe 103	56.12	75	140	555.83	2.1	58.54	0.02
Pipe 104	8.59	30	140	90.25	2.13	175.27	0.023
Pipe 105	7.85	40	140	131.9	1.75	87.16	0.022
Pipe 107	9.37	40	140	154.09	2.04	116.25	0.022
Pipe 109	3.55	30	140	89.76	2.12	173.51	0.023
Pipe 110	56.26	100	140	818.14	1.74	29.5	0.019
Pipe 1	5.04	40	140	179.59	2.38	154.37	0.021
Pipe 2	60.31	60	140	290.05	1.71	52.05	0.021
Pipe 6	3.25	40	140	143.33	1.9	101.67	0.022
Pump 27	#N/A	#N/A	#N/A	5177.42	0	-33.66	0

Pada alternatif pertama tekanan yang dihasilkan pada perancangan alternatif pertama berkisar 8,69-29,96 m. Kecepatan yang dihasilkan berkisar diantara 1,71-2,77 m/s. Hasil ini sudah cukup memenuhi syarat dan kriteria yang sebelumnya telah ditentukan.

Tabel 30. *junction* J6-J108 hasil elevasi *base demand*, *head pressure* alternatif kedua

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPM)	Head (m)	Pressure (m)
Junc 6	11	0	25.69	14.69
Junc 15	12	0	25.42	13.42
Junc 16	12	0	25.05	13.05
Junc 17	13	0	24.02	11.02
Junc 18	13	0	21.25	8.25
Junc 19	13	0	20.66	7.66
Junc 20	13	0	19.88	6.88
Junc 21	13	81.84	18.74	5.74
Junc 22	13	409.2	19.36	6.36
Junc 23	13	0	20.94	7.94
Junc 24	13	134.88	20.69	7.69
Junc 26	14	0	23.29	9.29
Junc 27	14	0	23.21	9.21
Junc 28	14	0	21.7	7.7
Junc 29	14	0	19.54	5.54
Junc 30	14	0	18.77	4.77
Junc 31	14	220.74	17.78	3.78
Junc 32	14	301.94	18.4	4.4
Junc 33	13	0	22.36	9.36
Junc 38	15	0	22.28	7.28
Junc 40	17	0	20.99	3.99
Junc 41	17	221.41	20.69	3.69
Junc 42	16	54.81	20.55	4.55
Junc 43	15	0	20.9	5.9
Junc 44	15	0	20.54	5.54
Junc 45	12	0	17.78	5.78
Junc 46	12	102.34	17.08	5.08
Junc 47	12	80.4	17.32	5.32
Junc 48	13	0	20.4	7.4
Junc 51	11	0	14.47	3.47
Junc 52	10	0	13.91	3.91
Junc 54	10	290.05	13.43	3.43
Junc 55	15	0	19.66	4.66
Junc 56	7	0	12.25	5.25
Junc 65	6	0	9.58	3.58
Junc 66	5	0	8.35	3.35
Junc 67	5	225.71	8.04	3.04
Junc 69	14	0	19.26	5.26
Junc 70	13	502.35	18.84	5.84
Junc 71	13	156.57	18.74	5.74
Junc 72	6	0	17.18	11.18
Junc 73	2	0	10.43	8.43
Junc 74	2	0	9.78	7.78
Junc 75	0	0	7.49	7.49
Junc 76	0	77.16	6.69	6.69
Junc 77	0	75.68	7.09	7.09
Junc 88	12	0	19.64	7.64
Junc 92	13	235.07	20.66	7.66
Junc 1	12	0	27.14	15.14
Junc 3	12	114.02	24.44	12.44
Junc 4	12	120.81	24.15	12.15
Junc 8	7	0	22.82	15.82
Junc 9	14	0	17.27	3.27
Junc 12	12	0	16.12	4.12
Junc 13	12	125.86	15.37	3.37
Junc 14	12	123.95	15.36	3.36
Junc 53	14	0	22.78	8.78
Junc 87	12	0	19.28	7.28
Junc 89	7	164.89	18.6	11.6
Junc 90	7	108.22	17.84	10.84
Junc 91	12	101.26	17.03	5.03
Junc 98	15	0	18	3
Junc 99	0	0	17.11	17.11
Junc 100	0	258.24	16.49	16.49
Junc 101	0	101.1	12.96	12.96
Junc 102	0	131.9	5.81	5.81
Junc 103	0	179.59	5.72	5.72
Junc 104	0	90.25	4.99	4.99
Junc 105	0	154.09	5.41	5.41
Junc 106	0	0	6.49	6.49
Junc 107	13	89.76	17.39	4.39
Junc 108	13	143.33	17.67	4.67
Resvr 2	7	#N/A	7	0
Tank 5	12	#N/A	22	10

Tabel 31. Data *length diameter flow velocity, headloss friction* faktor alternatif 2

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow (LPM)	Velocity (m/s)	Unit Headloss (m/km)	Friction Factor
Pipe 14	21.82	300	140	10825.22	2.55	16.71	0.015
Pipe 15	62.06	300	140	10825.22	2.55	16.71	0.015
Pipe 16	55.67	65	140	369.95	1.86	55.31	0.02
Pipe 17	2.7	40	140	134.88	1.79	90.85	0.022
Pipe 19	29.58	65	140	491.04	2.47	93.44	0.02
Pipe 20	6.36	65	140	491.04	2.47	93.44	0.02
Pipe 21	8.37	65	140	491.04	2.47	93.44	0.02
Pipe 22	7.78	30	140	81.84	1.93	146.23	0.023
Pipe 23	7.78	65	140	409.2	2.06	66.66	0.02
Pipe 24	50.96	300	140	9964.23	2.35	14.33	0.015
Pipe 25	16.4	65	140	374.37	1.88	56.54	0.02
Pipe 29	5.89	300	140	9589.86	2.26	13.35	0.015
Pipe 30	28.83	75	140	522.68	1.97	52.24	0.02
Pipe 33	12.98	50	140	220.74	1.87	76.29	0.021
Pipe 34	2.71	50	140	301.94	2.56	136.27	0.02
Pipe 39	2.58	25	140	54.81	1.86	169.15	0.024
Pipe 40	3.87	50	140	221.41	1.88	76.72	0.021
Pipe 42	16.75	100	140	818.14	1.74	29.5	0.019
Pipe 46	10.83	60	140	290.05	1.71	52.05	0.021
Pipe 48	3.75	50	140	290.05	2.46	126.5	0.02
Pipe 49	25	100	140	818.14	1.74	29.5	0.019
Pipe 54	33.59	50	140	225.71	1.92	79.5	0.021
Pipe 55	15.45	50	140	225.71	1.92	79.5	0.021
Pipe 57	3.87	50	140	225.71	1.92	79.5	0.021
Pipe 63	10.94	125	140	1550.33	2.11	32.5	0.018
Pipe 64	17.33	40	140	182.74	2.42	159.43	0.021
Pipe 65	3.17	30	140	102.34	2.41	221.22	0.022
Pipe 66	3.25	30	140	80.4	1.9	141.5	0.023
Pipe 67	49.7	125	140	1367.59	1.86	25.76	0.018
Pipe 69	4.34	65	140	502.35	2.52	97.46	0.02
Pipe 70	22.68	75	140	708.67	2.67	91.81	0.019
Pipe 71	73.49	75	140	708.67	2.67	91.81	0.019
Pipe 72	7.08	75	140	708.67	2.67	91.81	0.019
Pipe 73	19.97	40	140	152.84	2.03	114.51	0.022
Pipe 74	6.14	30	140	77.16	1.82	131.12	0.023
Pipe 75	3.19	30	140	75.68	1.78	126.5	0.023
Pipe 89	3.26	50	140	235.07	2	85.71	0.021
Pipe 90	41.42	75	140	522.68	1.97	52.24	0.02
Pipe 91	14.67	75	140	522.68	1.97	52.24	0.02
Pipe 94	4.38	40	140	156.57	2.08	119.74	0.022
Pipe 3	4.6	30	140	114.02	2.69	270.24	0.022
Pipe 4	5.1	30	140	120.81	2.85	300.8	0.022
Pipe 5	80	300	140	11309.86	2.67	18.12	0.015
Pipe 10	16.04	50	100	249.81	2.12	178.89	0.039
Pipe 11	57.87	50	140	249.81	2.12	95.93	0.021
Pipe 12	11.95	50	140	249.81	2.12	95.93	0.021
Pipe 18	5.01	40	100	125.86	1.67	149.03	0.042
Pipe 31	5.23	40	100	123.95	1.64	144.86	0.042
Pipe 32	15.99	300	140	10825.22	2.55	16.71	0.015
Pipe 37	40.84	50	140	290.05	2.46	126.5	0.02
Pipe 56	35.78	300	140	9067.18	2.14	12.04	0.016
Pipe 68	23.38	300	100	8777.13	2.07	21.13	0.029
Pipe 79	36.86	60	140	374.37	2.21	83.49	0.02
Pipe 80	5.58	30	100	101.26	2.39	404.5	0.042
Pipe 83	5.87	30	140	108.22	2.55	245.33	0.022
Pipe 84	5.16	40	140	164.89	2.19	131.79	0.022
Pipe 99	13.94	75	140	585.05	2.21	64.37	0.019
Pipe 100	19.16	30	140	101.1	2.38	216.28	0.022
Pipe 101	6.03	50	140	258.24	2.19	102.01	0.021
Pipe 102	61.14	50	140	225.71	1.92	79.5	0.021
Pipe 103	56.12	75	140	555.83	2.1	58.54	0.02
Pipe 104	8.59	30	140	90.25	2.13	175.27	0.023
Pipe 105	7.85	40	140	131.9	1.75	87.16	0.022
Pipe 107	9.37	40	140	154.09	2.04	116.25	0.022
Pipe 109	3.55	30	140	89.76	2.12	173.51	0.023
Pipe 110	56.26	100	140	818.14	1.74	29.5	0.019
Pipe 1	5.04	40	140	179.59	2.38	154.37	0.021
Pipe 2	60.31	60	140	290.05	1.71	52.05	0.021
Pipe 6	3.25	40	140	143.33	1.9	101.67	0.022
Pipe 7	25.07	300	140	8777.13	2.07	11.33	0.016
Pipe 8	37.68	150	140	2368.47	2.23	29.31	0.017
Pipe 9	8.78	50	140	276.22	2.34	115.56	0.021
Pump 27	#N/A	#N/A	#N/A	11309.86	0	-20.14	0

Pada alternatif kedua tekanan yang dihasilkan pada perancangan alternatif kedua berkisar 3,17 m-11,00 m. Kecepatan yang dihasilkan berkisar diantara 1,71 m/s-2,69 m/s. Hasil ini sudah cukup memenuhi syarat dan kriteria yang telah ditentukan.

A. Membandingkan kedua hasil perancangan

Membandingkan kedua hasil perancangan dilakukan bertujuan untuk memilih satu dengan kriteria pemilihan seperti biaya pembangunan dan material yang digunakan.

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

B. Perbandingan EPANET 2.2 dan analitik

Perbandingan ini dilakukan untuk menentukan hasil dari software EPANET 2.2 dan analitik. Tujuan membandingkan hasil kedua pilihan adalah untuk mengetahui apakah hasilnya sama atau berbeda. Rumus-rumus berikut digunakan:

Persamaan *f Colebrook*:

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

Keterangan:

e = Effektiv kesasaran (mm)

D = Diameter (mm)

Re = Bilangan Reynolds

f = *f* tebak

Persamaan *Reynolds*:

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

Keterangan:

Re = Bilangan Reynolds

ρ = Massa jenis air (kg/m³)

v = Kecepatan (m/s)

μ = Viskositas (pa.s)

Rumus kecepatan:

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

Keterangan:

v = Kecepatan (m/s)

Q = Debit (m³/s)

A = Luas penampang (m²)

Persamaan *Darcy-Weisbach*:

$$Hf = f \frac{L v^2}{D 2g} \quad (9)$$

Keterangan:

hf = kerugian gesekan dalam pipa (m)

f = f Colebrook

L = Panjang pipa (m)

v = Kecepatan (m/s)

D = Diameter pipa (m)

G = gaya gravitasi (m/s²)

Persamaan *Hazen-Williams*:

$$Hf = \frac{10.666 Q^{1.85}}{c^{1.85} D^{4.85}} l \quad (10)$$

Keterangan:

hf = kerugian gesekan dalam pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

Q = Debit (m³/s)

D = Diameter pipa (m)

C = Koefisien *hazen-wiliams*

Persamaan *Energi*:

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

Keterangan:

P_1, P_2 = Tekanan (Pa)

γ_1, γ_2 = Berat jenis fluida (N/m³)

z_1, z_2 = Elevasi (m)

v_1, v_2 = Kecepatan aliran (m/s)

HP = Head yang ditambah oleh pompa (m)

Hf = Kehilangan energi akibat gesekan (m)

Persamaan *velocity head*:

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

Keterangan:

Velocity head = Energi karena kecepatan fluida (m)

v_2 = Kecepatan aliran (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Rumus sederhana persamaan Bernoulli:

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

Keterangan:

P_2 = Tekanan *head* (m)

γ = Berat jenis fluida (N/m³)

H_{total} = *Head* hasil pada EPANET (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	Head m	Pressure m
Junc 6	25.69	14.69
Junc 15	25.42	13.42
Junc 16	25.05	13.05
Junc 17	24.02	11.02
Junc 18	21.25	8.25
Junc 19	20.66	7.66
Junc 20	19.88	6.88
Junc 21	18.74	5.74
Junc 22	19.36	6.36
Junc 23	20.94	7.94
Junc 24	20.69	7.69
Junc 26	23.29	9.29
Junc 27	23.21	9.21
Junc 28	21.70	7.70
Junc 29	19.54	5.54
Junc 30	18.77	4.77
Junc 31	17.78	3.78
Junc 32	18.40	4.40
Junc 33	22.36	9.36
Junc 38	22.28	7.28
Junc 40	20.99	3.99
Junc 41	20.69	3.69
Junc 42	20.55	4.55
Junc 43	20.90	5.90
Junc 44	20.54	5.54
Junc 45	17.78	3.78

Gambar 57. Data hasil node ID J6-J44 alternatif pertama

Network Table - Nodes		
Node ID	Head m	Pressure m
Junc 45	17.78	5.78
Junc 46	17.08	5.08
Junc 47	17.32	5.32
Junc 48	20.40	7.40
Junc 51	14.47	3.47
Junc 52	13.91	3.91
Junc 54	13.43	3.43
Junc 55	19.66	4.66
Junc 56	12.25	5.25
Junc 65	9.58	3.58
Junc 66	8.35	3.35
Junc 67	8.04	3.04
Junc 69	19.26	5.26
Junc 70	18.84	5.84
Junc 71	18.74	5.74
Junc 72	17.18	11.18
Junc 73	10.43	8.43
Junc 74	9.78	7.78
Junc 75	7.49	7.49
Junc 76	6.69	6.69
Junc 77	7.09	7.09
Junc 88	19.64	7.64
Junc 92	20.66	7.66
Junc 1	27.14	15.14
Junc 3	24.44	12.44

Gambar 58. Data hasil node ID J45-J1 alternatif pertama

Network Table - Nodes		
Node ID	Head m	Pressure m
Junc 3	24.44	12.44
Junc 4	24.15	12.15
Junc 8	22.82	15.82
Junc 9	17.27	3.27
Junc 12	16.12	4.12
Junc 13	15.37	3.37
Junc 14	15.36	3.36
Junc 53	22.78	8.78
Junc 87	19.28	7.28
Junc 89	18.60	11.60
Junc 90	17.84	10.84
Junc 91	17.03	5.03
Junc 98	18.00	3.00
Junc 99	17.11	17.11
Junc 100	16.49	16.49
Junc 101	12.96	12.96
Junc 102	5.81	5.81
Junc 103	5.72	5.72
Junc 104	4.99	4.99
Junc 105	5.41	5.41
Junc 106	6.49	6.49
Junc 107	17.39	4.39
Junc 108	17.67	4.67
Resvr 2	7.00	0.00
Tank 5	22.00	10.00

Gambar 59. Data hasil node ID J3-J108 alternatif pertama

Terdapat pada gambar di bawah ini adalah perbandingan perhitungan analitik dan EPANET 2.2. Contohnya pada pipa 1. Data kecepatan yang dihasilkan hasilnya sama 2.38 m/s. Sedangkan hasil faktor gesekan dari analitik 0.022 m/s dan dari EPANET 2.2 0.021 m/s.

DIKETAHUI PIPA LURUS		PIPA-20	
Diameter	40 mm		
	0.04 m		
panjang	5.04 m		
material	pvc		
kekasaran permukaan	0.046 mm		
koef kekasaran	140		
DIKETAHUI DEBIT			
debit	179.59 lpm		
	0.002993 m ³ /s		
DIHITUNG			
massa jenis air	998 kg/m ³	f kiri	6.699765
viskositas	0.000769 pa.s	f kanan	6.699747
		delta f	0.000018
luas penampang pipa	0.001257 m ²	f tebak	0.022
kecepatan	2.38 m/s	head loss(DW)	0.81
reynold	123647	head loss(HW)	0.74
e/d	1.2 0.00115		

Gambar 60. Analitik kecepatan dan faktor gesekan alternatif 1

Network Table - Links					
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe 14	21.82	300	10825.22	2.55	0.015
Pipe 15	62.06	300	10825.22	2.55	0.015
Pipe 16	55.67	65	369.95	1.86	0.020
Pipe 17	2.70	40	134.88	1.79	0.022
Pipe 19	29.58	65	491.04	2.47	0.020
Pipe 20	6.36	65	491.04	2.47	0.020
Pipe 21	8.37	65	491.04	2.47	0.020
Pipe 22	7.78	30	81.84	1.93	0.023
Pipe 23	7.78	65	409.20	2.06	0.020
Pipe 24	50.96	300	9964.23	2.35	0.015
Pipe 25	16.40	65	374.37	1.88	0.020
Pipe 29	5.89	300	9589.86	2.26	0.015
Pipe 30	28.83	75	522.68	1.97	0.020
Pipe 33	12.98	50	220.74	1.87	0.021
Pipe 34	2.71	50	301.94	2.56	0.020
Pipe 39	2.58	25	54.81	1.86	0.024
Pipe 40	3.87	50	221.41	1.88	0.021
Pipe 42	16.75	100	818.14	1.74	0.019
Pipe 46	10.83	60	290.05	1.71	0.021
Pipe 48	3.75	50	290.05	2.46	0.020
Pipe 49	25.00	100	818.14	1.74	0.019
Pipe 54	33.59	50	225.71	1.92	0.021
Pipe 55	15.45	50	225.71	1.92	0.021
Pipe 57	3.87	50	225.71	1.92	0.021
Pipe 63	10.94	125	1550.33	2.11	0.018

Gambar 61. Data hasil link ID P14-P63 alternatif pertama

Network Table - Links					
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe 64	17.33	40	182.74	2.42	0.021
Pipe 65	3.17	30	102.34	2.41	0.022
Pipe 66	3.25	30	80.40	1.90	0.023
Pipe 67	49.70	125	1367.59	1.86	0.018
Pipe 69	4.34	65	502.35	2.52	0.020
Pipe 70	22.68	75	708.67	2.67	0.019
Pipe 71	73.49	75	708.67	2.67	0.019
Pipe 72	7.08	75	708.67	2.67	0.019
Pipe 73	19.97	40	152.84	2.03	0.022
Pipe 74	6.14	30	77.16	1.82	0.023
Pipe 75	3.19	30	75.68	1.78	0.023
Pipe 89	3.26	50	235.07	2.00	0.021
Pipe 90	41.42	75	522.68	1.97	0.020
Pipe 91	14.67	75	522.68	1.97	0.020
Pipe 94	4.38	40	156.57	2.08	0.022
Pipe 3	4.60	30	114.02	2.69	0.022
Pipe 4	5.10	30	120.81	2.85	0.022
Pipe 5	80	300	11309.86	2.67	0.015
Pipe 10	16.04	50	249.81	2.12	0.039
Pipe 11	57.87	50	249.81	2.12	0.021
Pipe 12	11.95	50	249.81	2.12	0.021
Pipe 18	5.01	40	125.86	1.67	0.042
Pipe 31	5.23	40	123.95	1.64	0.042
Pipe 32	15.99	300	10825.22	2.55	0.015
Pipe 37	40.84	50	290.05	2.46	0.020

Gambar 62. Data hasil link ID P64-P37 alternatif pertama

Network Table - Links						
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor	
Pipe 32	15.99	300	10825.22	2.55	0.015	
Pipe 37	40.84	50	290.05	2.46	0.020	
Pipe 56	35.78	300	9067.18	2.14	0.016	
Pipe 68	23.38	300	8777.13	2.07	0.029	
Pipe 79	36.86	60	374.37	2.21	0.020	
Pipe 80	5.58	30	101.26	2.39	0.042	
Pipe 83	5.87	30	108.22	2.55	0.022	
Pipe 84	5.16	40	164.89	2.19	0.022	
Pipe 99	13.94	75	585.05	2.21	0.019	
Pipe 100	19.16	30	101.10	2.38	0.022	
Pipe 101	6.03	50	258.24	2.19	0.021	
Pipe 102	61.14	50	225.71	1.92	0.021	
Pipe 103	56.12	75	555.83	2.10	0.020	
Pipe 104	8.59	30	90.25	2.13	0.023	
Pipe 105	7.85	40	131.90	1.75	0.022	
Pipe 107	9.37	40	154.09	2.04	0.022	
Pipe 109	3.55	30	89.76	2.12	0.023	
Pipe 110	56.26	100	818.14	1.74	0.019	
Pipe 1	5.04	40	179.59	2.38	0.021	
Pipe 2	60.31	60	290.05	1.71	0.021	
Pipe 6	3.25	40	143.33	1.90	0.022	
Pipe 7	25.07	300	8777.13	2.07	0.016	
Pipe 8	37.68	150	2368.47	2.23	0.017	
Pipe 9	8.78	50	276.22	2.34	0.021	
Pump 27	#N/A	#N/A	11309.86	0.00	0.000	

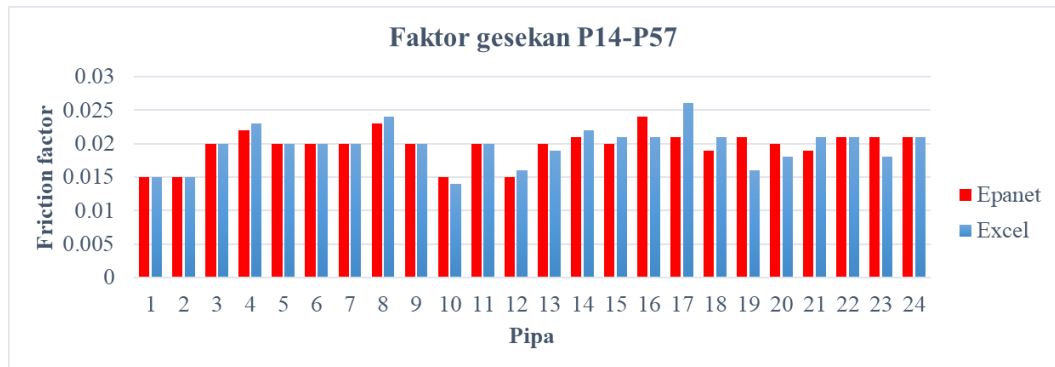
Gambar 63. Data hasil link ID P32-P9 alternatif pertama

Tabel 32. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta head alternatif 1

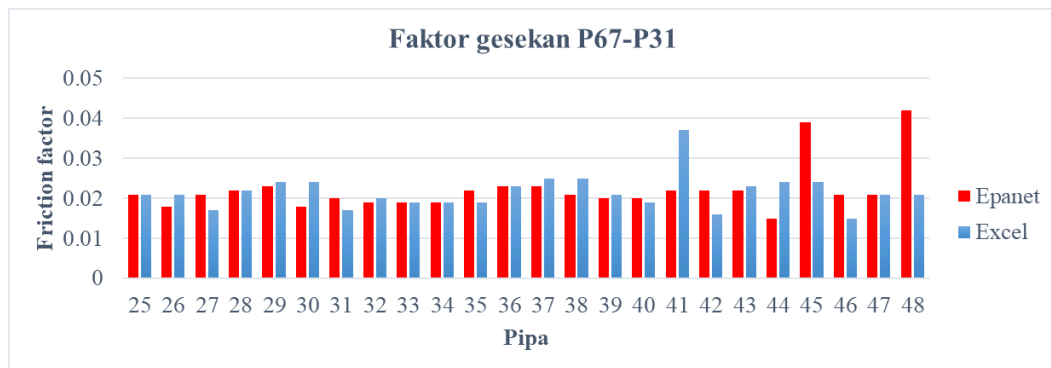
NODE ID	LINK ID	DIAMETER (mm)	PANJANG (m)	FAKTOR GESEKAN		KECEPATAN (m/s)		TEKANAN (m)	
				EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL
Junc 6	Pipe 14	200	21.83	0.015	0.015	2.55	2.55	28.83	28.83
Junc 15	Pipe 15	200	62.06	0.015	0.015	2.55	2.55	27.42	27.16
Junc 16	Pipe 16	65	55.67	0.02	0.020	1.86	1.86	26.86	26.67
Junc 17	Pipe 17	40	2.7	0.023	0.023	1.79	1.79	24.27	24.09
Junc 18	Pipe 19	65	29.58	0.02	0.020	2.47	2.47	21.5	21.25
Junc 19	Pipe 20	65	6.36	0.02	0.020	2.47	2.47	20.91	20.66
Junc 20	Pipe 21	65	8.37	0.02	0.020	2.47	2.47	20.13	19.88
Junc 21	Pipe 22	30	7.78	0.023	0.024	1.93	1.93	18.99	18.79
Junc 22	Pipe 23	65	7.78	0.02	0.020	2.06	2.06	19.61	19.40
Junc 23	Pipe 24	200	50.96	0.015	0.014	2.35	2.35	21.19	20.95
Junc 24	Pipe 25	65	16.4	0.02	0.020	1.88	1.88	20.94	20.75
Junc 26	Pipe 29	200	5.89	0.015	0.016	2.26	2.26	22.37	22.24
Junc 27	Pipe 30	75	28.83	0.02	0.020	1.97	1.97	22.29	22.09
Junc 28	Pipe 33	50	12.98	0.021	0.022	1.87	1.87	20.78	20.59
Junc 29	Pipe 34	50	2.71	0.02	0.021	2.56	2.56	18.62	18.36
Junc 30	Pipe 38	50	32.87	0.024	0.021	1.86	1.86	17.85	17.66
Junc 31	Pipe 39	25	8.48	0.021	0.026	1.88	1.88	16.86	16.67
Junc 32	Pipe 40	50	12.69	0.019	0.021	1.74	1.74	17.48	17.30
Junc 33	Pipe 41	150	124.48	0.021	0.016	1.71	1.71	22.44	22.27
Junc 38	Pipe 42	100	16.75	0.02	0.018	2.46	2.46	18.16	17.91
Junc 39	Pipe 46	65	10.83	0.019	0.021	1.74	1.74	17.26	17.26
Junc 40	Pipe 48	50	3.75	0.021	0.021	1.92	1.92	11.47	11.27
Junc 41	Pipe 49	100	2.6	0.021	0.018	1.92	1.92	10.49	10.29
Junc 42	Pipe 54	50	33.59	0.021	0.021	1.92	1.92	10.03	9.83
Junc 43	Pipe 55	50	15.45	0.018	0.021	2.11	2.11	13.62	13.40
Junc 44	Pipe 57	50	3.87	0.021	0.021	2.42	2.42	13.26	13.01
Junc 45	Pipe 63	125	10.94	0.022	0.017	2.41	2.41	10.5	10.25
Junc 46	Pipe 64	40	17.33	0.023	0.022	1.9	1.9	9.8	9.61
Junc 47	Pipe 65	30	3.17	0.018	0.024	1.86	1.86	10.04	9.85
Junc 48	Pipe 66	30	3.25	0.02	0.024	2.52	2.52	15.12	14.86
Junc 51	Pipe 67	125	49.7	0.019	0.017	2.67	2.67	14.42	14.15
Junc 52	Pipe 69	65	14.24	0.019	0.020	2.67	2.67	13.86	13.59
Junc 54	Pipe 70	75	74.4	0.019	0.019	2.67	2.67	15.38	15.11
Junc 55	Pipe 71	75	73.49	0.022	0.019	2.03	2.03	12.38	12.17
Junc 56	Pipe 72	75	7.08	0.023	0.019	1.82	1.82	12.07	11.78
Junc 65	Pipe 73	40	19.97	0.023	0.023	1.78	1.78	11.3	11.12
Junc 66	Pipe 74	30	6.14	0.021	0.025	2	2	11.07	10.87
Junc 67	Pipe 75	30	10.47	0.02	0.025	1.97	1.97	10.76	10.56
Junc 69	Pipe 89	50	3.26	0.02	0.021	1.97	1.97	12.88	12.78
Junc 70	Pipe 90	75	41.42	0.022	0.019	2.08	2.08	12.59	12.38
Junc 71	Pipe 91	75	14.67	0.022	0.023	2.69	2.69	13.46	13.46
Junc 72	Pipe 92	150	24.87	0.022	0.016	2.85	2.85	14.15	13.86
Junc 73	Pipe 94	40	4.38	0.015	0.023	2.67	2.67	12.4	12.13
Junc 74	Pipe 3	30	4.6	0.039	0.024	2.12	2.12	12.75	12.53
Junc 75	Pipe 4	30	5.1	0.021	0.024	2.12	2.12	10.47	10.25
Junc 76	Pipe 5	250	80	0.021	0.015	2.12	2.12	8.66	8.44
Junc 77	Pipe 10	50	16.04	0.042	0.021	1.67	1.67	9.14	8.97
Junc 88	Pipe 11	50	57.87	0.042	0.021	1.64	1.64	19.59	19.42
Junc 92	Pipe 12	50	11.95	0.015	0.021	2.55	2.55	20.91	20.65
Junc 1	Pipe 18	40	5.01	0.02	0.024	2.46	2.46	28.66	28.41
Junc 3	Pipe 31	40	5.23	0.016	0.024	2.14	2.14	26.58	26.36
Junc 4	Pipe 32	200	15.99	0.029	0.015	2.07	2.07	26.29	26.08
Junc 8	Pipe 37	50	40.84	0.02	0.021	2.21	2.21	29.96	29.73
Junc 9	Pipe 56	150	35.78	0.042	0.016	2.39	2.39	17.41	17.17
Junc 12	Pipe 68	150	23.38	0.022	0.016	2.55	2.55	18.26	18.00
Junc 13	Pipe 79	65	36.86	0.022	0.021	2.19	2.19	17.51	17.29
Junc 14	Pipe 80	30	5.58	0.019	0.024	2.21	2.21	17.5	17.27
Junc 53	Pipe 83	30	5.87	0.022	0.024	2.38	2.38	20.73	20.49
Junc 87	Pipe 84	40	5.16	0.021	0.021	2.19	2.19	20.37	20.15
Junc 89	Pipe 99	75	13.94	0.021	0.019	1.92	1.92	24.69	24.49
Junc 90	Pipe 100	30	19.16	0.02	0.024	2.1	2.1	23.83	23.72
Junc 91	Pipe 101	50	6.03	0.023	0.021	2.13	2.13	18.11	17.89
Junc 98	Pipe 102	50	61.14	0.022	0.021	1.75	1.75	10.72	10.54
Junc 99	Pipe 103	75	56.12	0.022	0.019	2.04	2.04	24.83	24.62
Junc 100	Pipe 104	30	8.59	0.023	0.024	2.12	2.12	24.21	23.99
Junc 101	Pipe 105	40	7.85	0.019	0.023	1.74	1.74	20.68	20.50
Junc 102	Pipe 107	40	9.37	0.021	0.023	2.38	2.38	8.78	8.54
Junc 103	Pipe 109	30	3.55	0.021	0.024	1.71	1.71	8.69	8.52
Junc 104	Pipe 110	100	56.26	0.022	0.019	1.9	1.9	7.66	7.73
Junc 105	Pipe 1	40	5.04	0.016	0.022	2.07	2.07	8.38	8.17
Junc 106	Pipe 2	65	60.31	0.017	0.021	2.23	2.23	9.47	9.24
Junc 107	Pipe 6	40	3.25	0.021	0.023	2.34	2.34	12.11	11.87
Junc 108									

Jadi pada tabel di atas dapat dilihat kecepatan yang didapatkan dari EPANET 2.2 dan di analitik hasilnya sama. Faktor gesekan yang didapat dari EPANET 2.2 dan di analitik memiliki selisih perbedaan sedikit, yaitu (0,01 m-0,04 m) dan selisih tekanan

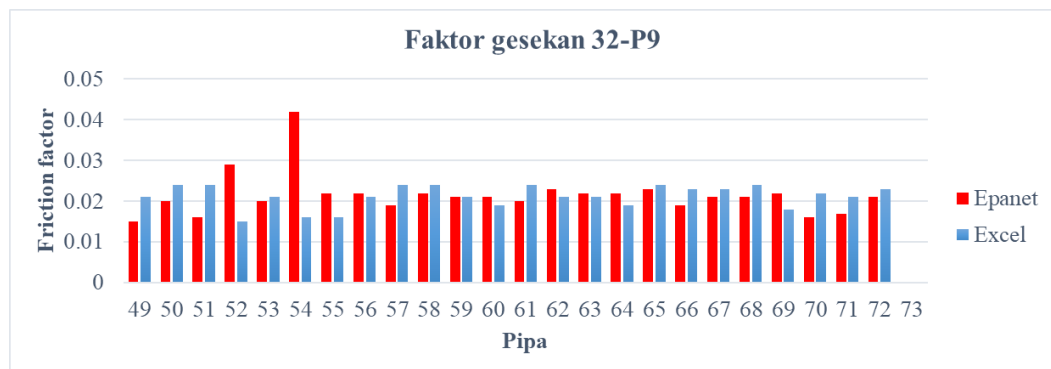
diantara 0,18 m-0,29 m, tekanan yang didapat pada EPANET 2.2 lebih tinggi dibandingkan dengan hasil analitik.



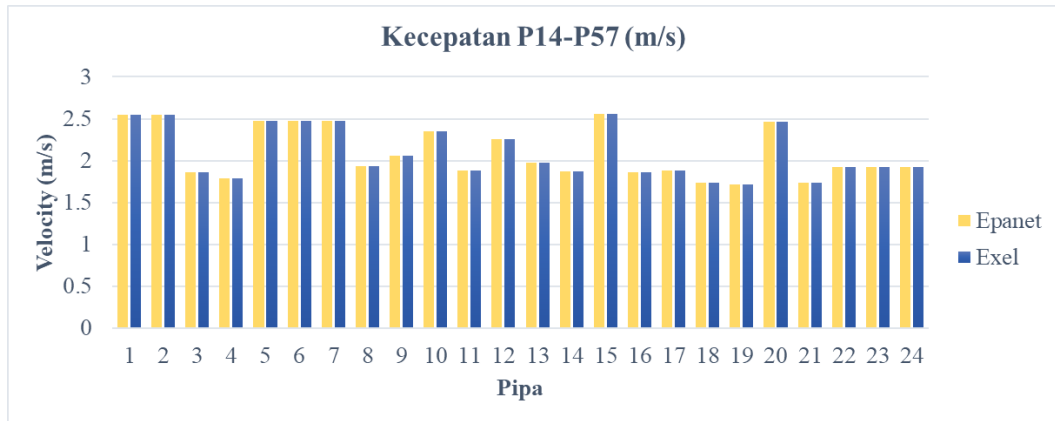
Gambar 64. Grafik faktor gesekan P14-P57 perbandingan alternatif 1



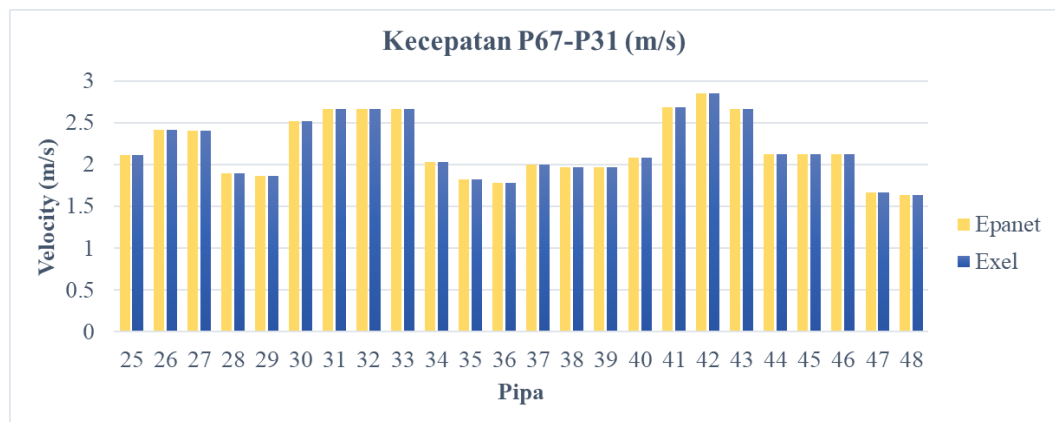
Gambar 65. Grafik faktor gesekan P67-P31 alternatif 1



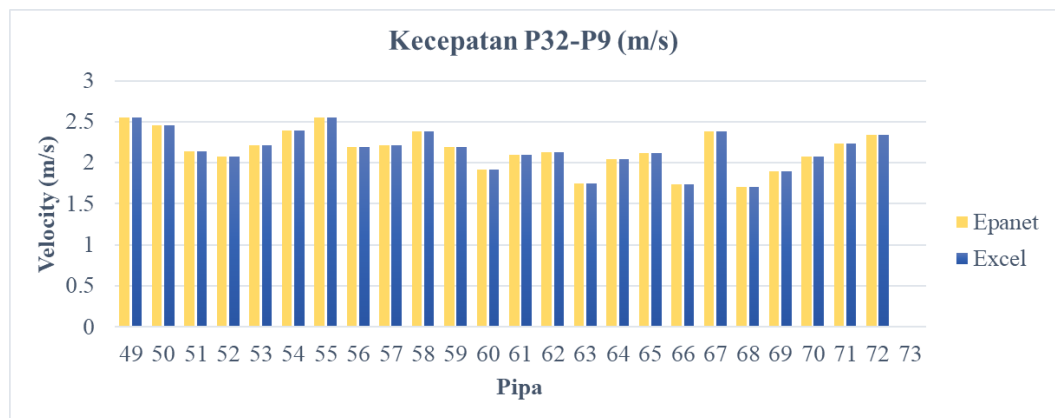
Gambar 66. Grafik faktor gesekan P32-P9 alternatif 1



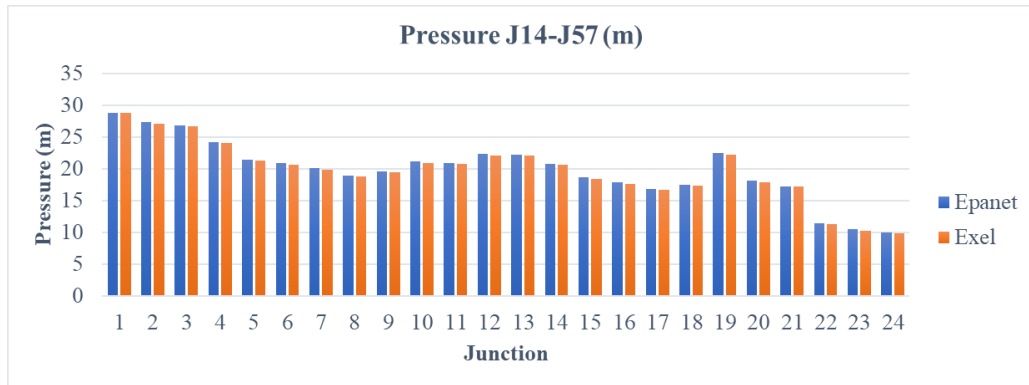
Gambar 67. Grafik kecepatan P14-P57 alternatif 1



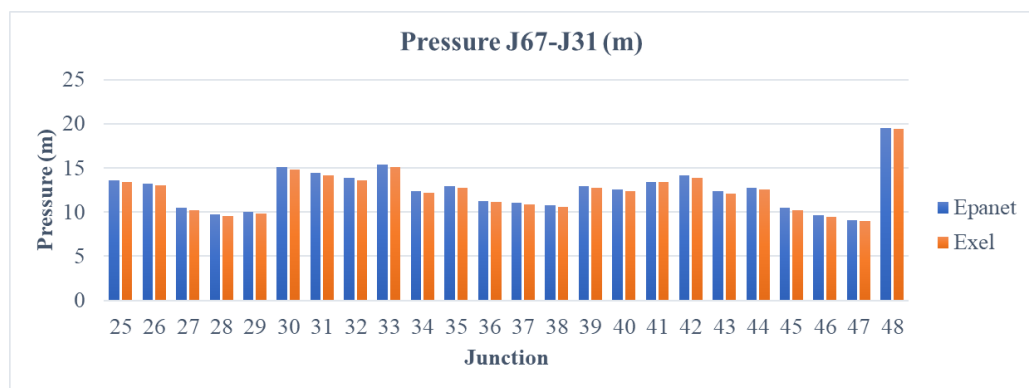
Gambar 68. Grafik kecepatan P67-P31 alternatif 1



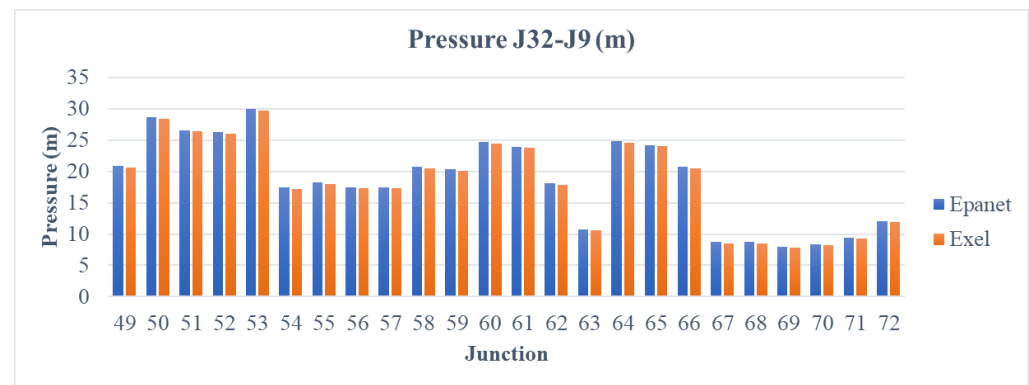
Gambar 69. Grafik kecepatan P32-P9 alternatif 1



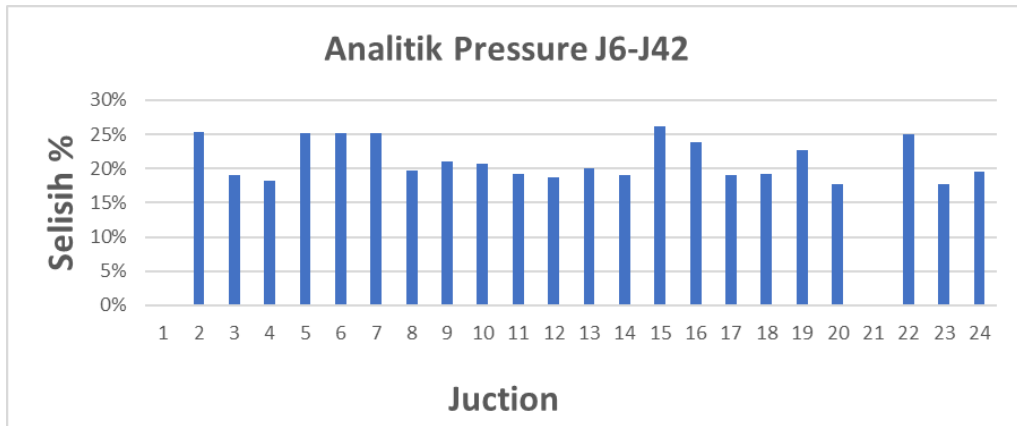
Gambar 70. Grafik head J14-J57 alternatif 1



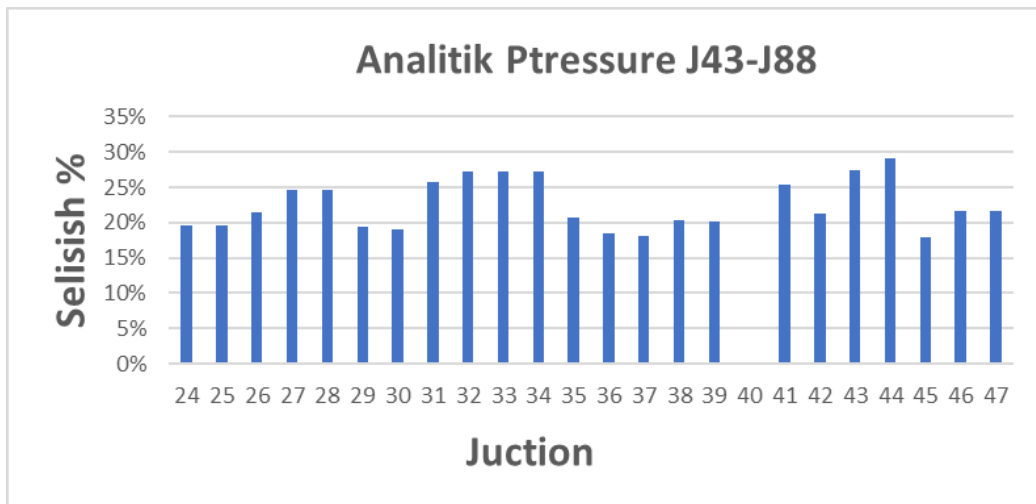
Gambar 71. Grafik head J67-J31 alternatif 1



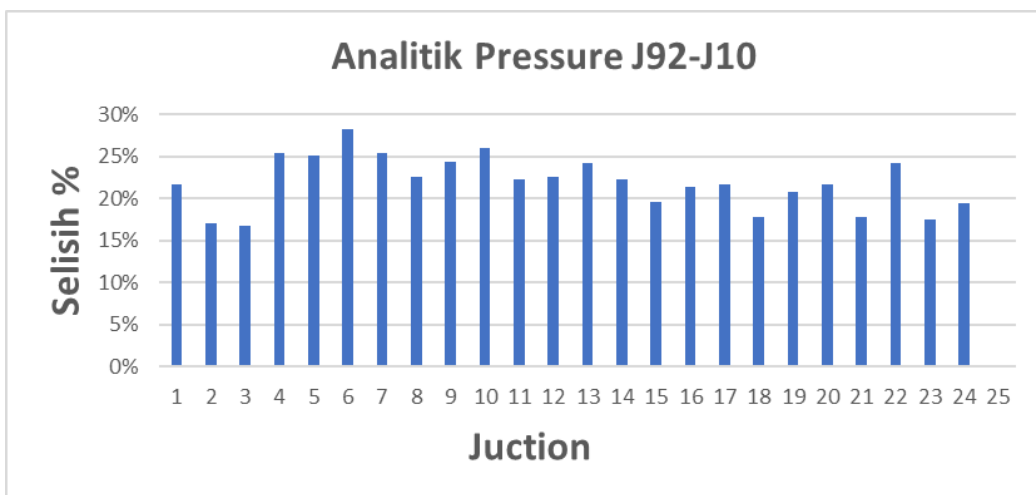
Gambar 72. Grafik head J32-J9 alternatif 1



Gambar 73. Grafik persentase J6-J42 selisih *pressure* alternatif 1



Gambar 74. Grafik persentase J43-J88 selisih *pressure* alternatif 1



Gambar 75. Grafik persentase J92-J selisih *pressure* alternatif 1

Network Table - Links					
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe 14	21.03	300	10825.22	2.55	0.015
Pipe 15	62.06	300	10825.22	2.55	0.015
Pipe 16	55.67	65	369.95	1.86	0.020
Pipe 17	2.70	40	134.88	1.79	0.022
Pipe 19	29.58	65	491.04	2.47	0.020
Pipe 20	6.36	65	491.04	2.47	0.020
Pipe 21	8.37	65	491.04	2.47	0.020
Pipe 22	7.78	30	81.84	1.93	0.023
Pipe 23	7.78	65	409.20	2.06	0.020
Pipe 24	50.96	300	9964.23	2.35	0.015
Pipe 25	16.40	65	374.37	1.88	0.020
Pipe 29	5.99	300	9589.86	2.26	0.015
Pipe 30	28.03	75	522.68	1.97	0.020
Pipe 33	12.98	50	220.74	1.87	0.021
Pipe 34	2.71	50	301.94	2.56	0.020
Pipe 39	2.58	25	54.81	1.86	0.024
Pipe 40	3.87	50	221.41	1.88	0.021
Pipe 42	16.75	100	818.14	1.74	0.019
Pipe 46	10.83	60	290.05	1.71	0.021
Pipe 48	3.75	50	290.05	2.46	0.020
Pipe 49	25.00	100	818.14	1.74	0.019
Pipe 54	33.59	50	225.71	1.92	0.021
Pipe 55	15.45	50	225.71	1.92	0.021
Pipe 57	3.87	50	225.71	1.92	0.021
Pipe 63	10.94	125	1550.33	2.11	0.018

Gambar 76. Data hasil node ID P14-P63 alternatif kedua

Network Table - Links					
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe 64	17.33	40	182.74	2.42	0.021
Pipe 65	3.17	30	102.34	2.41	0.022
Pipe 66	3.25	30	80.40	1.90	0.023
Pipe 67	49.70	125	1367.59	1.86	0.018
Pipe 69	4.34	65	502.35	2.52	0.020
Pipe 70	22.68	75	708.67	2.67	0.019
Pipe 71	73.49	75	708.67	2.67	0.019
Pipe 72	7.08	75	708.67	2.67	0.019
Pipe 73	19.97	40	152.84	2.03	0.022
Pipe 74	6.14	30	77.16	1.82	0.023
Pipe 75	3.19	30	75.68	1.78	0.023
Pipe 89	3.26	50	235.07	2.00	0.021
Pipe 90	41.42	75	522.68	1.97	0.020
Pipe 91	14.67	75	522.68	1.97	0.020
Pipe 94	4.38	40	156.57	2.08	0.022
Pipe 3	4.60	30	114.02	2.69	0.022
Pipe 4	5.10	30	120.81	2.85	0.022
Pipe 5	80	300	11309.86	2.67	0.015
Pipe 10	16.04	50	249.81	2.12	0.039
Pipe 11	57.87	50	249.81	2.12	0.021
Pipe 12	11.95	50	249.81	2.12	0.021
Pipe 18	5.01	40	125.86	1.67	0.042
Pipe 31	5.23	40	123.95	1.64	0.042
Pipe 32	15.99	300	10825.22	2.55	0.015
Pipe 37	40.84	50	290.05	2.46	0.020

Gambar 77. Data hasil node ID P34-P37 alternatif kedua

Network Table - Links					
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe 32	15.99	300	10825.22	2.55	0.015
Pipe 37	40.84	50	290.05	2.46	0.020
Pipe 56	35.78	300	9067.18	2.14	0.016
Pipe 68	23.38	300	8777.13	2.07	0.029
Pipe 79	36.86	60	374.37	2.21	0.020
Pipe 80	5.58	30	101.26	2.39	0.042
Pipe 83	5.87	30	108.22	2.55	0.022
Pipe 84	5.16	40	164.89	2.19	0.022
Pipe 99	13.94	75	585.05	2.21	0.019
Pipe 100	19.16	30	101.10	2.38	0.022
Pipe 101	6.03	50	258.24	2.19	0.021
Pipe 102	61.14	50	225.71	1.92	0.021
Pipe 103	56.12	75	555.83	2.10	0.020
Pipe 104	8.59	30	90.25	2.13	0.023
Pipe 105	7.85	40	131.90	1.75	0.022
Pipe 107	9.37	40	154.09	2.04	0.022
Pipe 109	3.55	30	89.76	2.12	0.023
Pipe 110	56.26	100	818.14	1.74	0.019
Pipe 1	5.04	40	179.59	2.38	0.021
Pipe 2	60.31	60	290.05	1.71	0.021
Pipe 6	3.25	40	143.33	1.90	0.022
Pipe 7	25.07	300	8777.13	2.07	0.016
Pipe 8	37.68	150	2368.47	2.23	0.017
Pipe 9	8.78	50	276.22	2.34	0.021
Pump 27	#N/A	#N/A	11309.86	0.00	0.000

Gambar 78. Data hasil node ID P32-P9 alternatif kedua

Terdapat pada gambar di bawah ini adalah perbandingan perhitungan analitik dan EPANET 2.2. Contohnya pada pipa 1. Data kecepatan yang dihasilkan hasilnya sama 2,38 m/s. Sedangkan hasil faktor gesekan dari analitik 0,022 dan dari EPANET 2.2 0,021.

DIKETAHUI PIPA LURUS		PIPA-1	
Diameter	40 mm		
	0.04 m		
panjang	5.04 m		
materi	pvc		
kekasaran permukaan	0.046 mm		
koef kekasaran	140		
DIKETAHUI DEBIT			
debit	179.59 lpm		
	0.002993 m ³ /s		
DIHITUNG			
masa jenis air	998 kg/m ³	f kiri	6.699765
viskositas	0.000769 pa.s	f kanan	6.699747
		delta f	0.000018
luas penampang pipa	0.001257 m ²	f tebak	0.022
kecepatan	2.38 m/s	head loss(DW)	0.81
reynold	123647	head loss(HW)	0.74
e/d	1.2 0.00115		

Gambar 79. Perhitungan kecepatan dan faktor gesekan analitik alternatif 2

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe 14	1.74	300	10025.22	2.55	0.015
Pipe 15	42.06	300	10025.22	2.55	0.015
Pipe 16	55.67	65	369.95	1.86	0.020
Pipe 17	2.70	40	134.88	1.79	0.022
Pipe 19	29.58	65	491.04	2.47	0.020
Pipe 20	6.36	65	491.04	2.47	0.020
Pipe 21	8.37	65	491.04	2.47	0.020
Pipe 22	7.78	30	81.84	1.93	0.023
Pipe 23	7.78	65	409.20	2.96	0.020
Pipe 24	50.96	300	9964.23	2.35	0.015
Pipe 25	16.40	65	374.37	1.88	0.020
Pipe 29	5.89	300	9589.86	2.26	0.015
Pipe 30	28.93	75	522.68	1.97	0.020
Pipe 33	12.98	50	226.14	1.87	0.021
Pipe 34	2.71	50	301.94	2.56	0.020
Pipe 39	2.58	25	54.81	1.86	0.024
Pipe 40	3.67	50	223.41	1.88	0.021
Pipe 42	16.75	100	818.14	1.74	0.019
Pipe 46	10.83	60	290.05	1.71	0.021
Pipe 48	3.75	50	290.05	2.46	0.020
Pipe 49	25.00	100	818.14	1.74	0.019
Pipe 54	33.59	50	225.71	1.92	0.021
Pipe 55	15.45	50	225.71	1.92	0.021
Pipe 57	3.67	50	225.71	1.92	0.021
Pipe 63	10.94	125	1550.33	2.11	0.018

Gambar 80. Perhitungan kecepatan dan faktor gesekan P14-P63 analitik alternatif 2

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe 64	17.39	40	182.74	2.42	0.021
Pipe 65	3.17	30	102.34	2.41	0.022
Pipe 66	3.25	30	80.40	1.90	0.023
Pipe 67	49.70	125	1367.59	1.86	0.018
Pipe 69	4.34	65	502.35	2.52	0.020
Pipe 70	22.68	75	708.67	2.67	0.019
Pipe 71	73.49	75	708.67	2.67	0.019
Pipe 72	7.08	75	708.67	2.67	0.019
Pipe 73	19.97	40	152.84	2.03	0.022
Pipe 74	6.14	30	77.16	1.82	0.023
Pipe 75	3.19	30	75.68	1.78	0.023
Pipe 89	3.29	50	235.07	2.00	0.021
Pipe 90	41.42	75	522.68	1.97	0.020
Pipe 91	14.67	75	522.68	1.97	0.020
Pipe 94	4.38	40	156.57	2.08	0.022
Pipe 3	4.60	30	114.02	2.69	0.022
Pipe 4	5.10	30	120.81	2.85	0.022
Pipe 5	80	300	11309.86	2.67	0.015
Pipe 10	16.04	50	249.81	2.12	0.020
Pipe 11	57.87	50	249.81	2.12	0.021
Pipe 12	11.95	50	249.81	2.12	0.021
Pipe 18	5.01	40	125.86	1.67	0.042
Pipe 31	5.23	40	123.95	1.64	0.042
Pipe 32	15.99	300	10025.22	2.55	0.015
Pipe 37	40.84	50	290.05	2.46	0.020

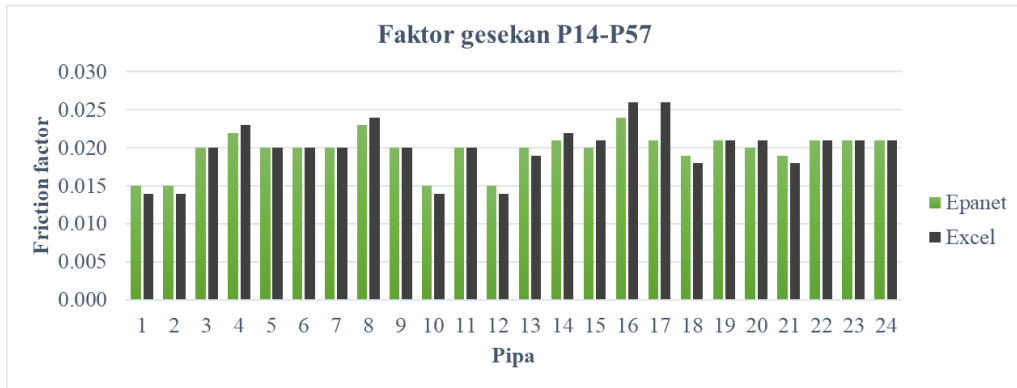
Gambar 81. Perhitungan kecepatan dan faktor gesekan P64-P37 analitik alternatif 2

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe 32	15.99	300	19025.22	2.55	0.015
Pipe 37	40.2	50	290.05	2.46	0.020
Pipe 36	35.78	300	4967.18	2.14	0.016
Pipe 68	23.38	300	8777.13	2.07	0.020
Pipe 79	36.86	60	374.37	2.21	0.020
Pipe 80	5.58	30	101.26	2.39	0.042
Pipe 83	5.87	30	108.22	2.55	0.022
Pipe 84	5.16	40	164.89	2.19	0.022
Pipe 99	13.94	75	585.05	2.21	0.019
Pipe 100	19.16	30	101.10	2.38	0.022
Pipe 101	6.03	50	258.24	2.19	0.021
Pipe 102	61.14	50	225.71	1.62	0.021
Pipe 103	56.12	75	555.83	2.10	0.020
Pipe 104	8.59	30	90.25	2.13	0.023
Pipe 105	7.85	40	131.90	1.75	0.022
Pipe 107	9.37	40	154.09	2.04	0.022
Pipe 109	3.55	30	88.76	2.12	0.023
Pipe 110	56.26	100	818.14	1.74	0.019
Pipe 1	5.04	40	179.59	2.38	0.021
Pipe 2	60.31	60	290.05	1.71	0.021
Pipe 6	3.25	40	143.33	1.90	0.022
Pipe 7	25.07	300	8777.13	2.07	0.016
Pipe 8	37.68	150	2368.47	2.23	0.017
Pipe 9	8.78	50	276.22	2.34	0.021
Pump 27	#N/A	#N/A	11309.86	0.00	0.000

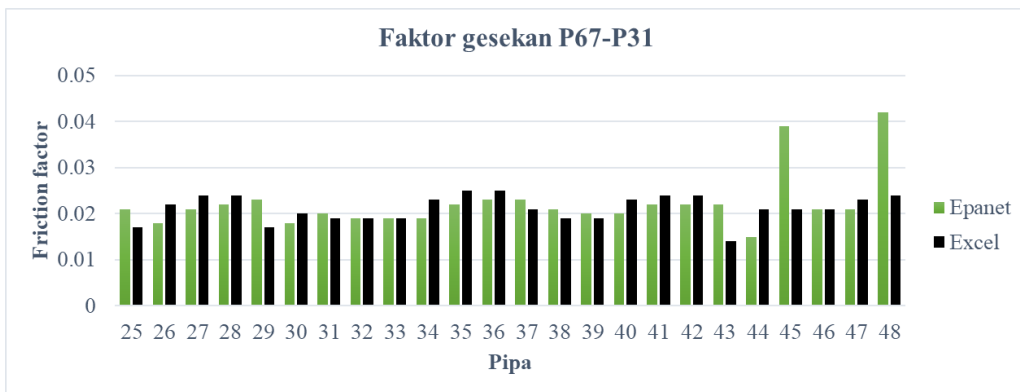
Gambar 82. Perhitungan kecepatan dan faktor gesekan P32-P9 analitik alternatif 2

Tabel 33. Perbandingan faktor gesekan, kecepatan, head alternatif 2

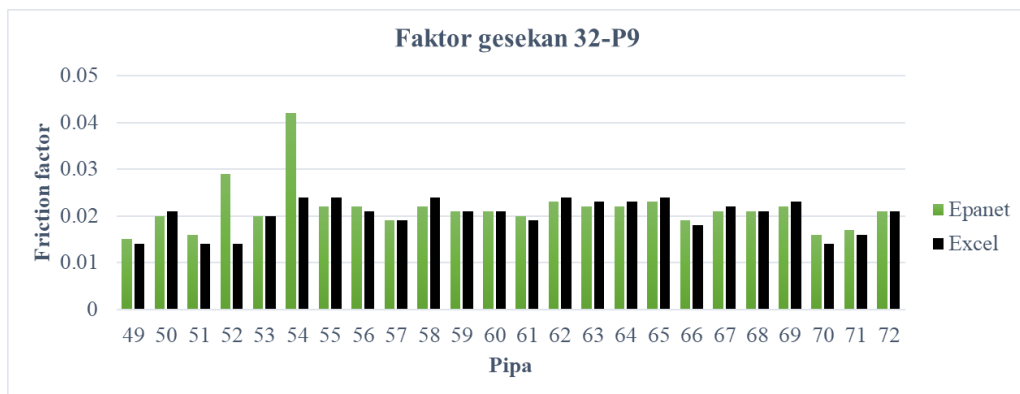
NODE ID	LINK ID	DIAMETE R (mm)	PANJANG (m)	FAKTOR GESEKAN		KECEPATAN (m/s)		TEKANAN (m)	
				EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL
Junc 6	Pipe 14	300	21.82	0.015	0.014	2.55	2.55	14.69	14.43
Junc 15	Pipe 15	300	62.06	0.015	0.014	2.55	2.55	13.42	13.16
Junc 16	Pipe 16	65	55.67	0.020	0.020	1.86	1.86	13.05	12.86
Junc 17	Pipe 17	40	2.7	0.022	0.023	1.79	1.79	11.02	10.84
Junc 18	Pipe 19	65	29.58	0.020	0.02	2.47	2.47	8.25	8.00
Junc 19	Pipe 20	65	6.36	0.02	0.02	2.47	2.47	7.66	7.41
Junc 20	Pipe 21	65	8.37	0.020	0.02	2.47	2.47	6.88	6.63
Junc 21	Pipe 22	30	7.78	0.023	0.024	1.93	1.93	5.74	5.54
Junc 22	Pipe 23	65	7.78	0.02	0.02	2.06	2.06	6.36	6.15
Junc 23	Pipe 24	300	50.96	0.015	0.014	2.35	2.35	7.94	7.70
Junc 24	Pipe 25	65	16.4	0.02	0.02	1.88	1.88	7.69	7.50
Junc 26	Pipe 29	300	5.89	0.015	0.014	2.26	2.26	9.29	9.06
Junc 27	Pipe 30	75	28.83	0.02	0.019	1.97	1.97	9.21	9.01
Junc 28	Pipe 33	50	12.98	0.021	0.022	1.87	1.87	7.7	7.51
Junc 29	Pipe 34	50	2.71	0.02	0.021	2.56	2.56	5.54	5.28
Junc 30	Pipe 39	25	2.58	0.024	0.026	1.86	1.86	4.77	4.58
Junc 31	Pipe 40	50	3.87	0.021	0.026	1.88	1.88	3.78	3.59
Junc 32	Pipe 42	100	16.75	0.019	0.018	1.74	1.74	4.4	4.22
Junc 33	Pipe 46	60	10.83	0.021	0.021	1.71	1.71	9.36	9.19
Junc 38	Pipe 48	50	3.75	0.02	0.021	2.46	2.46	7.28	7.03
Junc 40	Pipe 49	100	25	0.019	0.018	1.74	1.74	3.99	3.81
Junc 41	Pipe 54	50	33.59	0.021	0.021	1.92	1.92	3.69	3.49
Junc 42	Pipe 55	50	15.45	0.021	0.021	1.92	1.92	4.55	4.35
Junc 43	Pipe 57	50	3.87	0.021	0.021	1.92	1.92	5.9	5.70
Junc 44	Pipe 63	125	10.94	0.018	0.017	2.11	2.11	5.54	5.32
Junc 45	Pipe 64	40	17.33	0.021	0.022	2.42	2.42	5.78	5.53
Junc 46	Pipe 65	30	3.17	0.022	0.024	2.41	2.41	5.08	4.83
Junc 47	Pipe 66	30	3.25	0.023	0.024	1.9	1.9	5.32	5.13
Junc 48	Pipe 67	125	49.7	0.018	0.017	1.86	1.86	7.4	7.21
Junc 51	Pipe 69	65	4.34	0.02	0.02	2.52	2.52	3.47	3.21
Junc 52	Pipe 70	75	22.68	0.019	0.019	2.67	2.67	3.91	3.64
Junc 54	Pipe 71	75	73.49	0.019	0.019	2.67	2.67	3.43	3.16
Junc 55	Pipe 72	75	7.08	0.019	0.019	2.67	2.67	4.66	4.39
Junc 56	Pipe 73	40	19.97	0.022	0.023	2.03	2.03	5.25	5.04
Junc 65	Pipe 74	30	6.14	0.023	0.025	1.82	1.82	3.58	3.39
Junc 66	Pipe 75	30	3.19	0.023	0.025	1.78	1.78	3.35	3.17
Junc 67	Pipe 89	50	3.26	0.021	0.021	2	2	3.04	2.84
Junc 69	Pipe 90	75	41.42	0.02	0.019	1.97	1.97	5.26	5.06
Junc 70	Pipe 91	75	14.67	0.02	0.019	1.97	1.97	5.84	5.64
Junc 71	Pipe 94	40	4.38	0.022	0.023	2.08	2.08	5.74	5.53
Junc 72	Pipe 3	30	4.6	0.022	0.024	2.69	2.69	11.18	10.91
Junc 73	Pipe 4	30	5.1	0.022	0.024	2.85	2.85	8.43	8.14
Junc 74	Pipe 5	300	80	0.015	0.014	2.67	2.67	7.78	7.51
Junc 75	Pipe 10	50	16.04	0.039	0.021	2.12	2.12	7.49	7.27
Junc 76	Pipe 11	50	57.87	0.021	0.021	2.12	2.12	6.69	6.47
Junc 77	Pipe 12	50	11.95	0.021	0.021	2.12	2.12	7.09	6.87
Junc 88	Pipe 18	40	5.01	0.042	0.023	1.67	1.67	7.64	7.47
Junc 92	Pipe 31	40	5.23	0.042	0.024	1.64	1.64	7.66	7.49
Junc 1	Pipe 32	300	15.99	0.015	0.014	2.55	2.55	15.14	14.88
Junc 3	Pipe 37	50	40.84	0.02	0.021	2.46	2.46	12.44	12.19
Junc 4	Pipe 56	300	35.78	0.016	0.014	2.14	2.14	12.15	11.93
Junc 8	Pipe 68	300	23.38	0.029	0.014	2.07	2.07	15.82	15.61
Junc 9	Pipe 79	60	36.86	0.02	0.02	2.21	2.21	3.27	3.04
Junc 12	Pipe 80	30	5.58	0.042	0.024	2.39	2.39	4.12	3.88
Junc 13	Pipe 83	30	5.87	0.022	0.024	2.55	2.55	3.37	3.11
Junc 14	Pipe 84	40	5.16	0.022	0.021	2.19	2.19	3.36	3.14
Junc 53	Pipe 99	75	13.94	0.019	0.019	2.21	2.21	8.78	8.55
Junc 87	Pipe 100	30	19.16	0.022	0.024	2.38	2.38	7.28	7.04
Junc 89	Pipe 101	50	6.03	0.021	0.021	2.19	2.19	11.6	11.38
Junc 90	Pipe 102	50	61.14	0.021	0.021	1.92	1.92	10.84	10.64
Junc 91	Pipe 103	75	56.12	0.02	0.019	2.1	2.1	5.03	4.82
Junc 98	Pipe 104	30	8.59	0.023	0.024	2.13	2.13	3	2.78
Junc 99	Pipe 105	40	7.85	0.022	0.023	1.75	1.75	17.11	16.93
Junc 100	Pipe 107	40	9.37	0.022	0.023	2.04	2.04	16.49	16.28
Junc 101	Pipe 109	30	3.55	0.023	0.024	2.12	2.12	12.96	12.74
Junc 102	Pipe 110	100	56.26	0.019	0.018	1.74	1.74	5.81	5.63
Junc 103	Pipe 1	40	5.04	0.021	0.022	2.38	2.38	5.72	5.48
Junc 104	Pipe 2	60	60.31	0.021	0.021	1.74	1.74	4.99	4.82
Junc 105	Pipe 6	40	3.25	0.022	0.023	1.9	1.9	5.41	5.22
Junc 106	Pipe 7	300	25.07	0.016	0.014	2.07	2.07	6.49	6.28
Junc 107	Pipe 8	150	37.68	0.017	0.016	2.23	2.23	4.39	4.16
Junc 108	Pipe 9	50	8.78	0.021	0.021	2.34	2.34	4.67	4.43



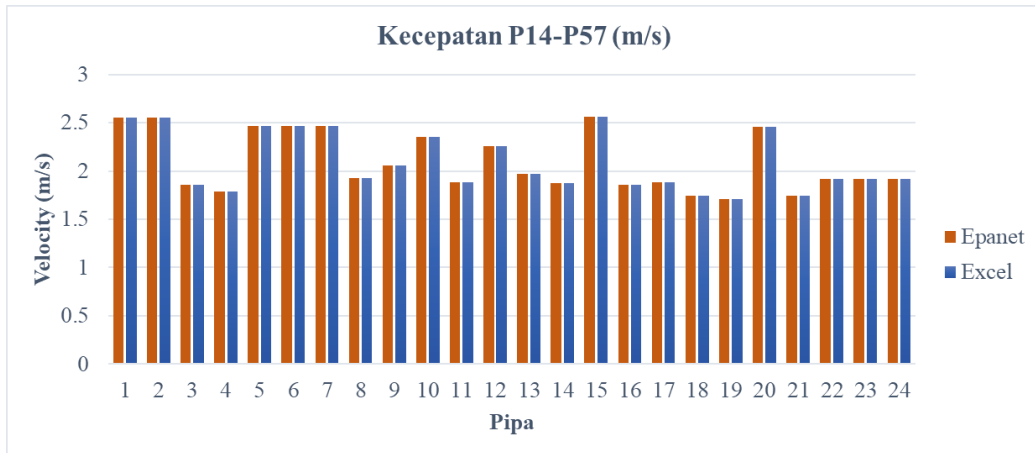
Gambar 83. Grafik faktor gesekan P14-P57 alternatif 2



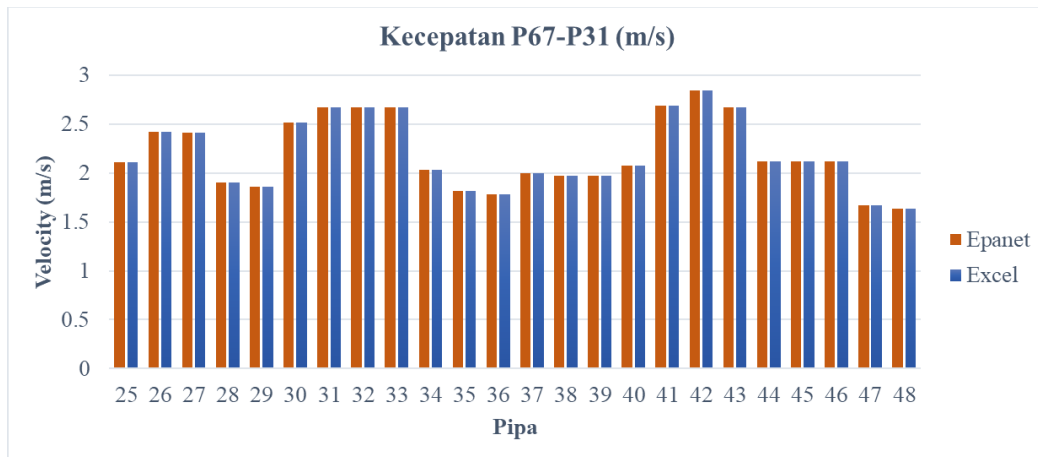
Gambar 84. Grafik faktor gesekan P67-P31 alternatif 2



Gambar 85. Grafik faktor gesekan P32-P9 alternatif 2

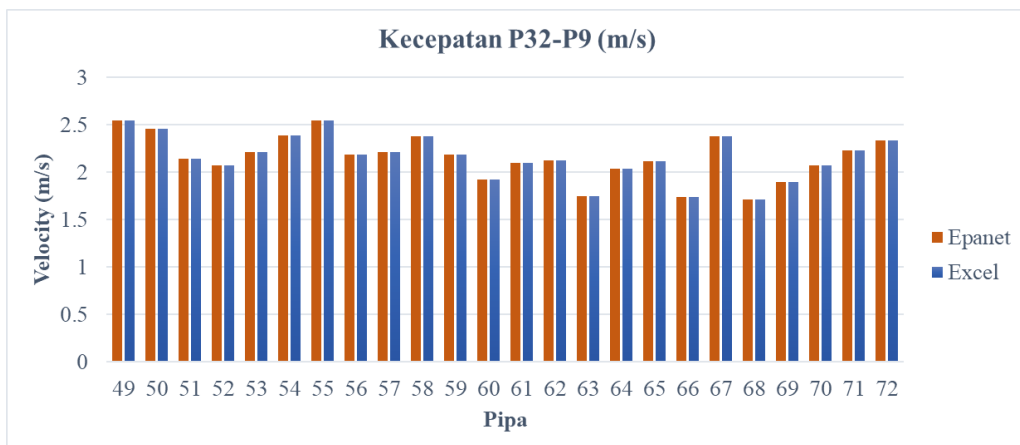


Gambar 86. Grafik kecepatan P14-P57 alternatif 2

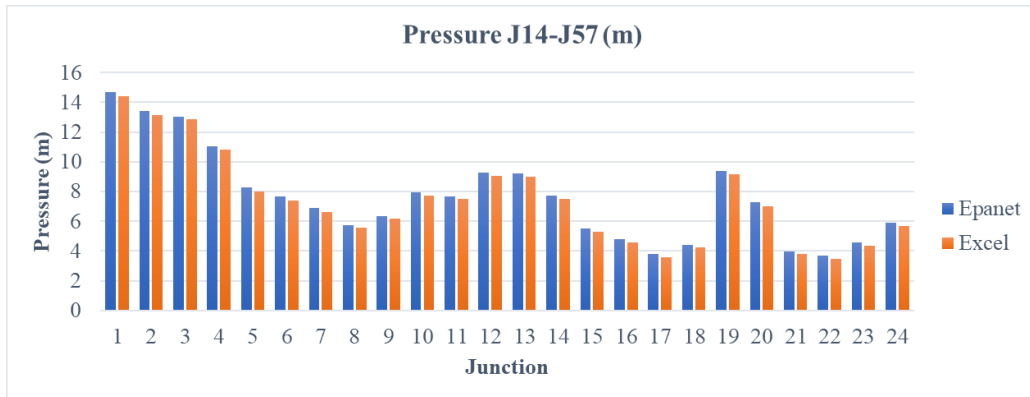


Gambar 87. Grafik kecepatan P67-P31 alternatif 2

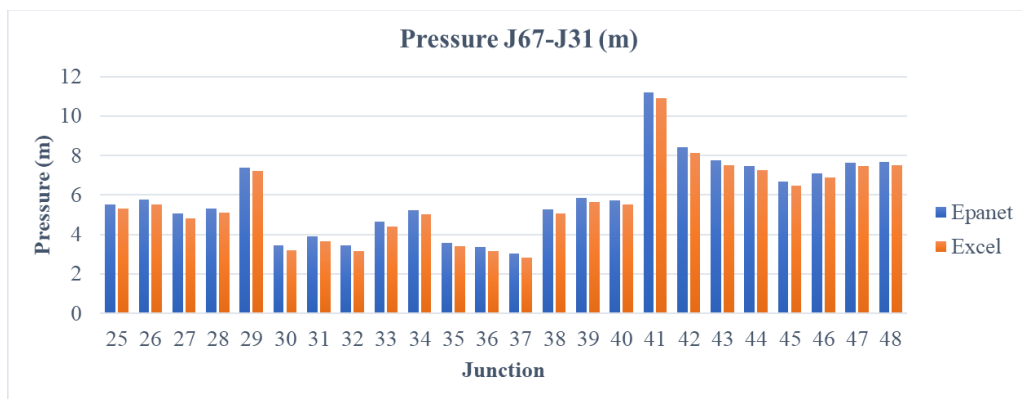
\



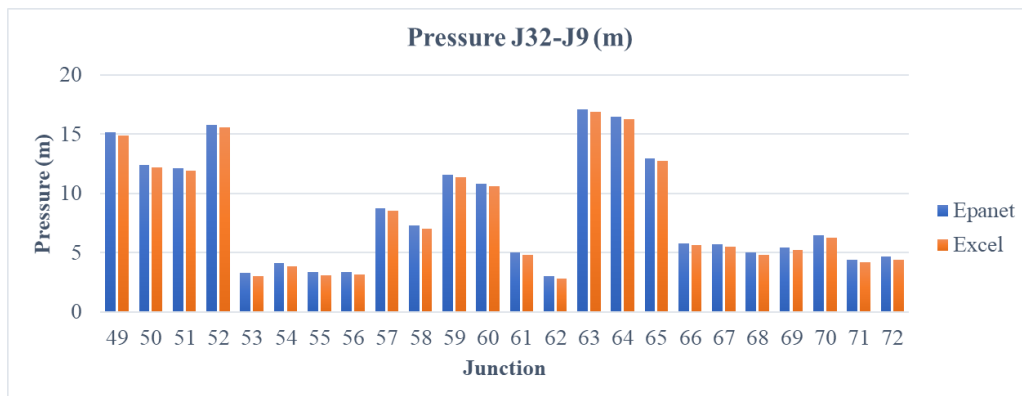
Gambar 88. Grafik kecepatan P32-P9 alternatif 2



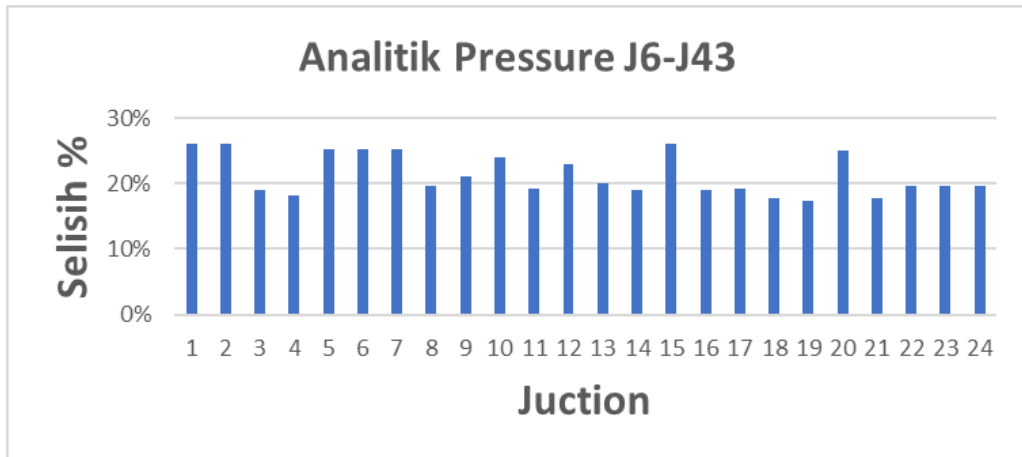
Gambar 89. Grafik head J14-J57 alternatif 2



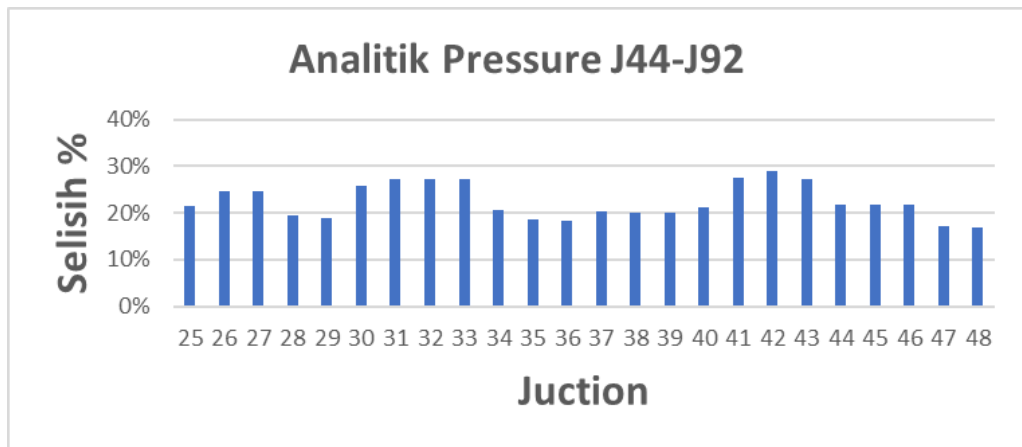
Gambar 90. Grafik head J67-J31 alternatif 2



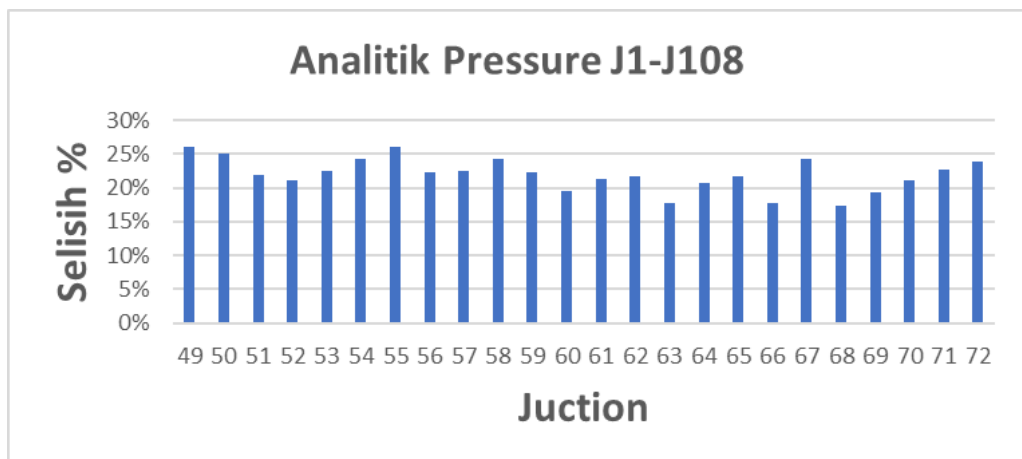
Gambar 91. Grafik head J32-J9 alternatif 2



Gambar 92. Grafik persentase J6-J43 selisih *pressure* alternatif 2



Gambar 93. Grafik persentase J44-J92 selisih *pressure* alternatif 2



Gambar 94. Grafik persentase J1-J108 selisih *pressure* alternatif 2

Jadi pada grafik di atas dapat dilihat kecepatan yang didapatkan dari epanet dan di analitik hasilnya sama. Faktor gesekan yang didapat dari EPANET 2.2 dan di

analitik memiliki selisih perbedaan sedikit, yaitu (0,01 %-0,04 %) dan selisih tekanan diantara 0,17 m-0,29 m, tekanan yang didapat pada EPANET 2.2 lebih tinggi dibandingkan dengan hasil analitik.

C. Pembahasan

Dari hasil pengujian, terlihat perbedaan tekanan dan kesamaan kecepatan aliran air antara perancangan alternatif pertama dan alternatif kedua. Data yang dihasilkan dari perancangan alternatif pertama mendekati syarat dan kriteria sebesar 7,78 m, sedangkan data dari perancangan alternatif kedua memiliki selisih 3,00 m dengan syarat dan kriteria. Harga relatif murah, yaitu pada awal desain alternatif. Dengan mempertimbangkan hasil, biaya, dan material yang digunakan serta pemasangan secara langsung, perancangan alternatif pertama adalah yang paling realistis untuk dibangun.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Perancangan kedua alternatif sistem irigasi menghasilkan keluaran yang memenuhi persyaratan dan kriteria yang telah ditetapkan. Meskipun demikian, alternatif pertama menunjukkan keunggulan dari segi efisiensi biaya, baik dalam hal anggaran operasional maupun investasi, sehingga dapat dianggap sebagai pilihan yang lebih ekonomis dibandingkan dengan alternatif kedua. Kedua alternatif tersebut dirancang untuk mengalirkan air ke seluruh area persawahan secara serempak dan merata guna memenuhi kebutuhan air pada setiap petak sawah. Efisiensi distribusi ini dicapai melalui penggunaan katup bola *ball valve* pada setiap ujung pipa keluaran air. Biaya operasional pada alternatif pertama tercatat sebesar Rp1.677.900,00, sedangkan biaya investasinya sebesar Rp92.104.961,00. Sementara itu, alternatif kedua memiliki biaya operasional sebesar Rp2.209.929,02, dengan total biaya investasi mencapai Rp423.058.200,00.

2. Saran

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

- a) Pastikan tidak ada kesalahan *human error* maupun kesalahan alat pada saat melakukan pengukuran.
- b) Perhatikan spesifikasi dan akuisisi data serta instrumentasi yang digunakan.
- c) Pengukuran debit sungai menggunakan *Current meter Flowatch*.
- d) Pengukuran debit air dilakukan pada tiap kedalaman sungai untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Dalam perancangan ini diharapkan dapat bermanfaat dan membantu masyarakat di Desa Jagapura Kulon dalam masa penanaman padi di musim kemarau dan fenomena El Niño.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. F. Mandala, W. F. Galla, and F. J. Likadja, “Penerapan teknologi pompa hidram untuk penyiraman tanaman sayuran di Desa Oelpuah Kabupaten Kupang,” *Jurnal TEKMAS*, vol. 1, no. 1, 2021, Accessed: Jun. 27, 2025. [Online]. Available: <https://ejurnal.undana.ac.id>.
- [2] M. Yunan, K. Tompobul, and H. Ashad, “Studi kebutuhan air untuk pembangunan jaringan irigasi Mare-mare Kabupaten Kepulauan Selayar”, doi: 10.33096/jtasm.v5i2.82.
- [3] O. I. Sanjaya, I. Giriantari, and I. N. S. Kumara, “Perancangan Sistem Pompa Irigasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Pertanian Subak Semaagung,” *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 6, no. 3, p. 114, 2019, doi: 10.24843/spektrum.2019.v06.i03.p16.
- [4] K. Kustana and C. Setiawan, “Resolusi konflik sistem pengelolaan irigasi pertanian di Perdesaan”, Accessed: Jun. 27, 2025. [Online]. Available: <https://core.ac.uk>.
- [5] “Kajian potensi air penggerak pompa hidram untuk mengairi sawah di daerah Pakandangan Kabupaten Padang Pariaman”, doi: 10.30630/jipr.15.1.139.
- [6] “Analisis kebutuhan air irigasi (studi kasus pada daerah irigasi sungai air keban daerah Kabupaten Empat Lawang)”, Accessed: Jun. 27, 2025. [Online]. Available: <https://core.ac.uk>.
- [7] I. Ketut Soriarta and I. Putu, “Analisis penyediaan air minum malet Kecamatan Susut Kabupaten Bangli berbasis aplikasi Epanet 2.2.” doi: <https://doi.org/10.56071/deteksi.v10i1.1144>.
- [8] H. Pamungkas, A. Suharyanto, and M. Ruslin Anwar, “Perencanaan sistem penyediaan air bersih menggunakan pompa hidram di Desa Randugading, Kecamatan Tajinan, Kabupaten Malang.” Accessed: Jun. 27, 2025. [Online]. Available: <https://www.academia.edu>.
- [9] T. Wahyono, M. B. N, F. A. K, and R. K. Adi, “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.

- [10] V. Prasetyo, M. Syahrir, and R. Efendi, “Kajian Pemilihan Pompa Berdasarkan Karakteristik Topografi untuk Sawah Padi di Desa Bululondong,” vol. 6, pp. 1–15, 2024, doi: <http://ejurnal.unim.ac.id/index.php/majamecha/article/view/2967>.
- [11] J. Inovasi, P. Pendidikan, and P. Vol, “Analisis Teknologi Pengolahan Air untuk Meningkatkan Kualitas Air Bersih,” vol. 4, no. 2, pp. 361–366, 2024, doi: <http://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/10067>.
- [12] M. U. Saleem and M. Akhtar, “Effect of different water depths on plant population and rice (*Oriza sativa*) yield at time of transplanting using mechanized transplanter,” *Int J Sci Eng Res*, vol. 6, no. 6, 2015, Accessed: Aug. 06, 2025. [Online]. Available: <https://www.academia.edu>.
- [13] A. 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, 2025, doi: [doi:10.3389/fsufs.2025.1541691](https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1541691).
- [14] B. Ardi isnanto, “Evaluasi Ketersediaan Kebutuhan dan Penanggulangan Air Bersih di Dusun Lokki Desa Lokki Kecamatan Huamual Kabupaten Seram Bagian Barat,” *Detikproperti*, vol. 9, pp. 119–121, 2023, Accessed: Mar. 02, 2025. [Online]. Available: <https://www.ojs.ukim.ac.id>.
- [15] M. Fadly Ari Suprpto and R. Waluyo, “Perancangan konsep sistem pemeliharaan pipa industri menggunakan metode reliability centered maintenance (RCM),” *Almikanika*, vol. 3, no. 1, pp. 34–40, 2021, Accessed: Mar. 02, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/ALMIKANIKA/article/view/5556>
- [16] A. K. Zahra, H. Supomo, and I. Baihaqi, “Analisis teknis dan ekonomis penerapan pipe piece family manufacturing (PPFM) pada instalasi sistem perpipaan kapal tanker 17.500 DWT,” *Jurnal Teknik ITS*, vol. 8, no. 2, 2020, doi: [10.12962/j23373539.v8i2.47463](https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.47463).
- [17] N. I. Firdausi, “Sistem perawatan mesin genset di PT (Persero) Pelabuhan Indonesia II,” *Kaos GL Dergisi*, vol. 8, no. 75, pp. 147–154, 2020, Accessed: Mar. 02, 2025. [Online]. Available: <https://jurnal.untirta.ac.id>.
- [18] A. Yani, “Analisis Karakteristik Pompa Air Type Sentrifugal Kapasitas 34 Liter/Menit Dengan Daya Pompa 125 Watt,” *Jurnal Sains Terapan*, vol. 5, no. 1,

- pp. 1–7, 2022, Accessed: Mar. 02, 2025. [Online]. Available: <http://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jst/article/view/1529>
- [19] L. A. Rossman, *Epanet 2 users manual versi bahasa Indonesia*, no. September. 2000. Accessed: Mar. 02, 2025. [Online]. Available: https://pdamciamis.co.id/uploads/ebuku/Buku_Manual_Program_EPANET.pdf
- [20] Y. Utomo, “Kajian pemanfaatan data google earth pro untuk pemetaan skala besar, guna evaluasi peta RBI (Kota Malang)”, Accessed: Mar. 02, 2025. [Online]. Available: javascript:void(0)
- [21] L. Sulistiyo, “*centrifugal pumps 2cdx contents 50hz.*” Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://r.search.yahoo.com>.

LAMPIRAN

1. Foto-foto kegiatan

Aktivitas tracking untuk mendapatkan data elevasi dan titik koordinat.



Gambar 95. Tracking area persawahan

Pengukuran kecepatan aliran air pada permukaan sungai.



Gambar 96. Mengukur waktu tempuh

Menghitung debit air sungai, untuk mengetahui kedalaman air sungai.



Gambar 97. Mengukur kedalaman sungai

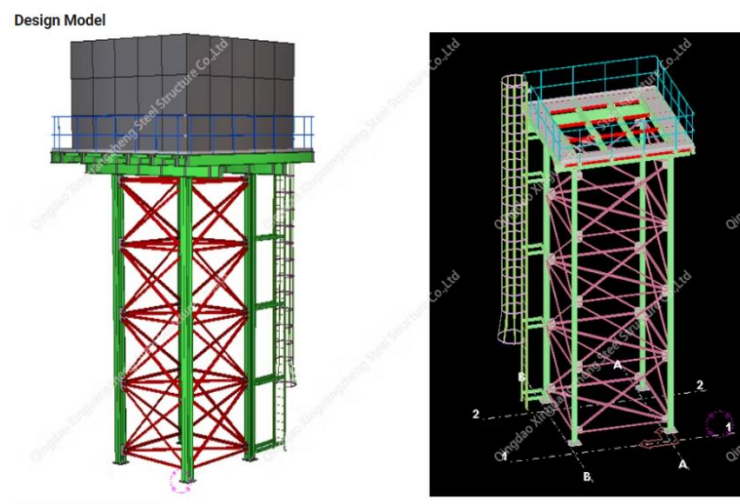
Pengukuran lebar sungai.



Gambar 98. Mengukur lebar sungai

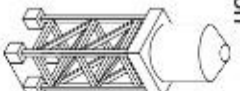





2. Lembar kerja

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.



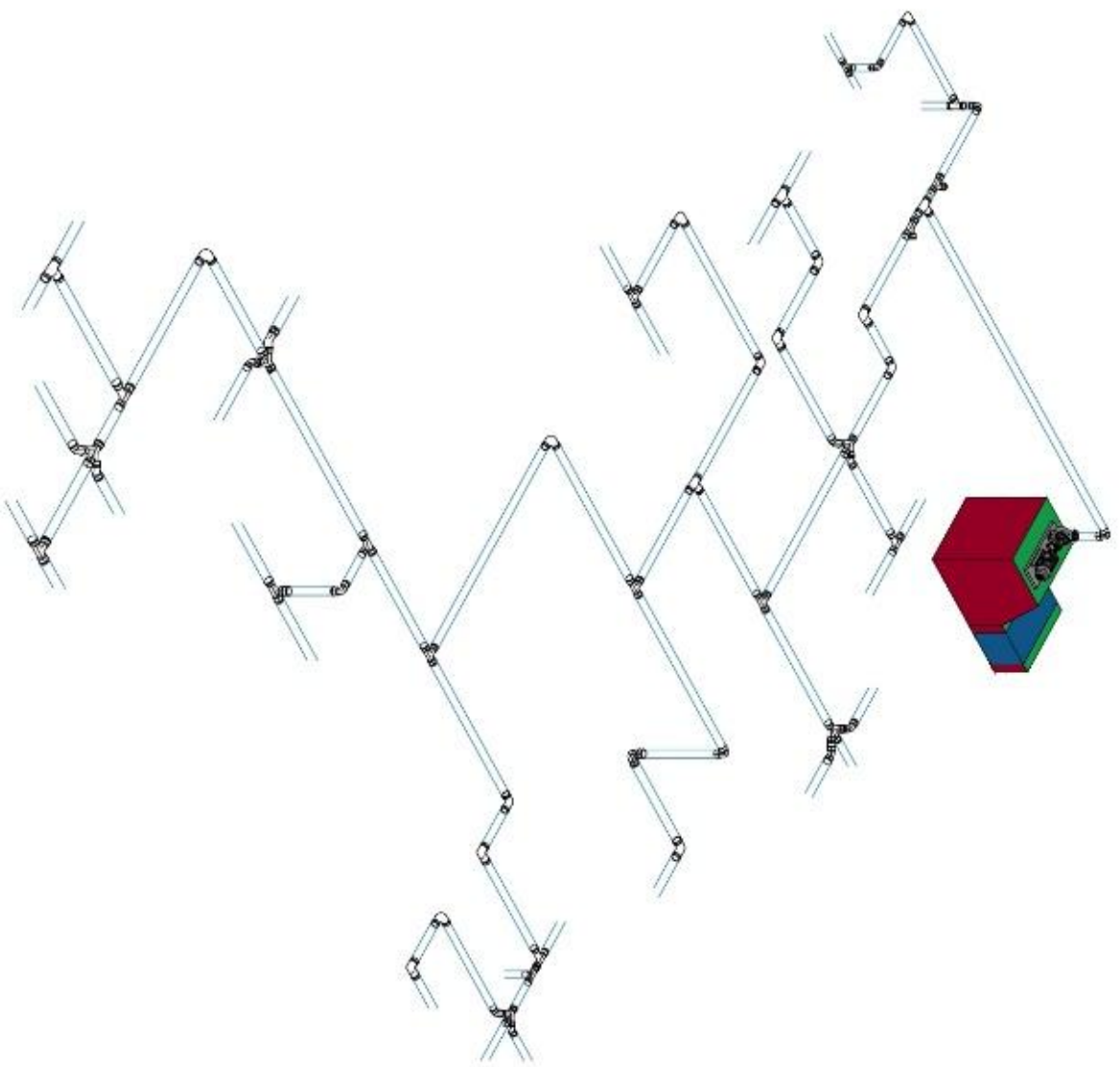
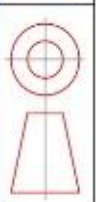
Gambar 99. Desain tandon

LEGEND AND NOTE




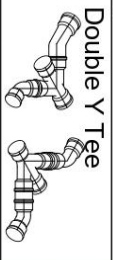

1. Tandon	
2. Reservoir	
3. Pump	
4. Tee	
5. Double Y Tee	
6. Elbow	

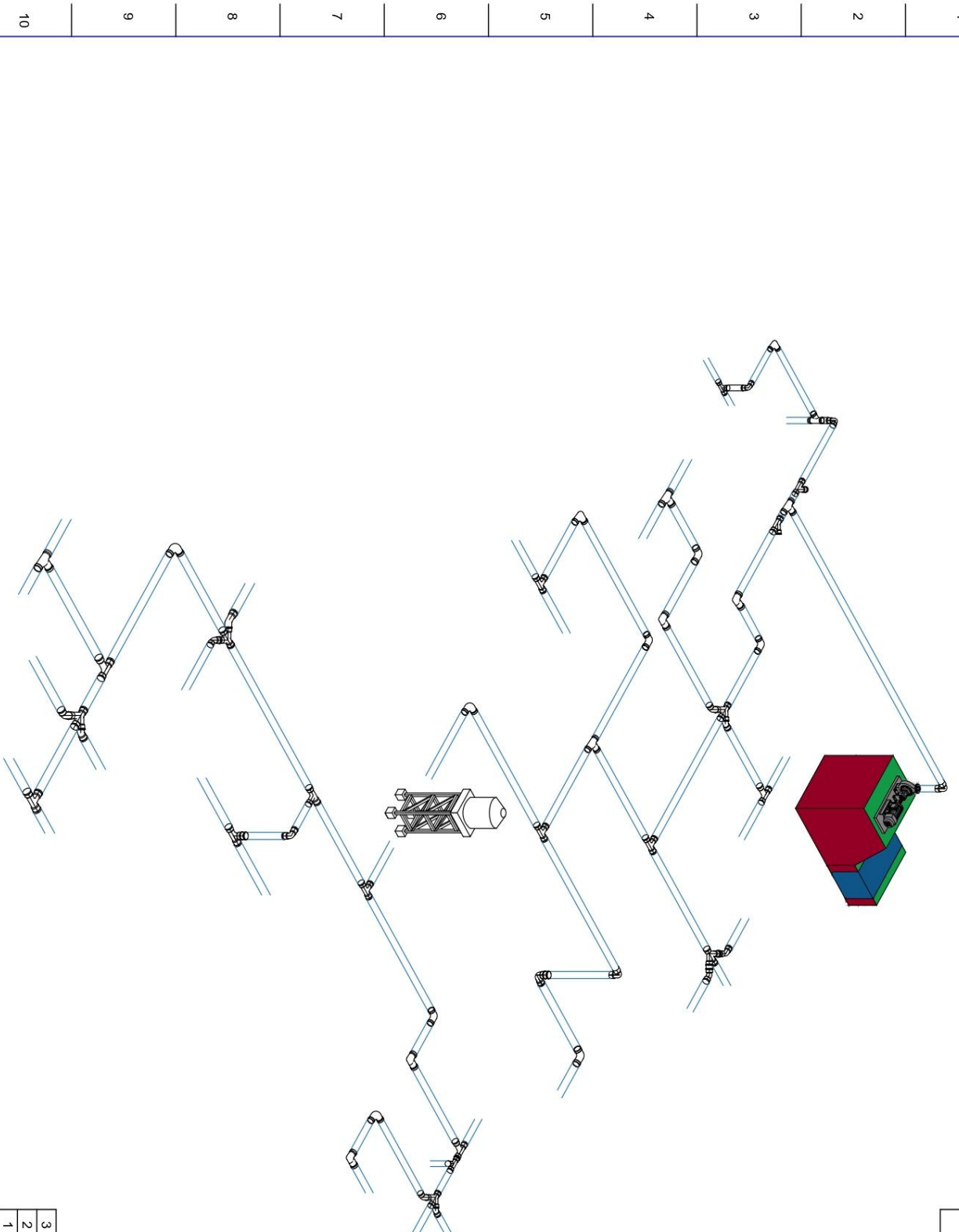
NO	DESCRIPTION	DATE	CHECKED	APPROVED
1	DRAWN	13-07-25	BIACCI	HERY
2	CHECKED	24-07-25	REZA	
3	APPROVED			

SCALE DESAIN PLUMBING SISTEM POMPAISASI PENGAIRAN SAWAH



LEGEND AND NOTE

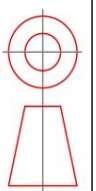
- 1. Reservoir 
- 2. Pump 
- 3. Tee 
- 4. Double Y Tee 
- 5. Elbow 



NO	DESCRIPTION	DATE	CHECKED	APPROVED	MATERIAL
3					
2					
1					

SCALE
DESAIN PLUMBING SISTEM POMPAANISASI PENGAIRAN SAWAH

MECHANICAL ENGINEERING



FILE: SHEET: **A3**