

**Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 7
seluas 7.3 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon**

*Design of an irrigation pumping system for a 7.3 hectare rice field
in block 7 Jagapura Kulon Village Cirebon Regency*

SKRIPSI

Oleh:

**Nama: Aden Haikal Nurrobbani
NPM: 213030010**



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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Aden Haikal Nurrobbani

Nomor Pokok Mahasiswa : 213030010

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,



Aden Haikal Nurrobbani

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

N a m a: Aden Haikal Nurrobbani

NPM: 213030010

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 7 seluas 7.3 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,

A 1000 Rupiah revenue stamp (Meterai Tempel) with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text "1000", "METERAI TEMPEL", and a serial number "5B246AJX019443278".

Aden Haikal Nurrobbani

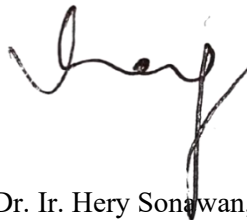
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 6
seluas 7.3 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon**



Nama: Aden Haikal Nurrobbani
NPM: 213030010

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 7 seluas 7.3 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon



Nama: Aden Haikal Nurrobbani
NPM: 213030010

Tanggal sidang skripsi: 30 Juni 2025

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

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

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

Anggota : Dr. Ir. Dedi Lazuardi, DEA.

KATA PENGANTAR

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

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

1. Orang tua saya yang telah memberikan do'a serta dorongan, secara moral dan materi yang kuat sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T., selaku dosen pembimbing utama.
3. Bapak Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pendamping.
4. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Mesin Universitas Pasundan yang telah memberikan bekal ilmu selama melakukan studi.
6. Semua rekan rekan seperjuangan Teknik Mesin Universitas Pasundan Angkatan 2021 yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
7. Kepada Arrinda Windiana yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan perkuliahan, atas kasih serta waktu yang diusahakan.

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

Bandung, 30 Juni 2025

Penulis,



Aden Haikal Nurrobbani

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 I PENDAHULUAN	1
1. Latar belakang	1
2. Rumusan masalah	2
3. Tujuan.....	3
4. Manfaat.....	3
5. Lingkup masalah.....	3
6. Sistematika penulisan.....	3
BAB II STUDI LITERATUR	5
1. Kajian pustaka	5
2. Definisi pengairan.....	7
3. Sumber air.....	8
4. Kebutuhan air sawah.....	9
5. Definisi Sistem Perpipaan	10

6. Genset.....	10
7. Pompa.....	10
8. Pipa.....	11
9. Software EPANET 2.2.....	11
10. Software Google Earth.....	12
11. Software Garmin Basecamp.....	12
12. Garmin GPSMAP 65s.....	12
BAB III METODOLOGI	13
1. Tahapan penelitian	13
A. Identifikasi masalah.....	13
B. Pengolahan data primer	14
2. Tempat penelitian	16
3. Alat ukur yang digunakan.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
1. Kalibrasi	18
2. Membuat jalur dan memuat data elevasi dari software Basecamp	20
3. Mengukur luas petak sawah.....	22
4. Menghitung kebutuhan air pada setiap petak sawah	23
5. Syarat dan kriteria perancangan	26
6. Membuat desain alternatif dan mensimulasikan pada software EPANET 2.2.....	26
A. Desain alternatif pertama	26
B. Desain alternatif kedua	30
C. Perhitungan pompa dan biaya operasional.....	33
D. Membandingkan dengan penelitian terdahulu	46
7. Menyusun rancangan anggaran biaya	47
8. Hasil penelitian	49
A. Membandingkan kedua hasil perancangan	57

B. Perbandingan EPANET 2.2 dan analitik.....	59
C. Pembahasan	87
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	88
1. Kesimpulan	88
2. Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN.....	92
1. Foto-foto kegiatan.....	92
2. Gambar kerja	92

DAFTAR GAMBAR

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

Gambar 33. Genset alternatif kedua [22].....	36
Gambar 34. Hasil perhitungan pompa alternatif pertama	37
Gambar 35. Kurva karakteristik pompa alternatif pertama [22]	37
Gambar 36. Kurva sistem perpipaan alternatif pertama	38
Gambar 37. Kurva karakteristik pompa alternatif pertama.....	38
Gambar 38. Kurva H-Q alternatif pertama	39
Gambar 39. Perhitungan biaya operasional alternatif pertama	41
Gambar 40. Hasil pengukuran pompa alternatif kedua.....	41
Gambar 41. Kurva karakteristik pompa alternatif kedua [22]	42
Gambar 42. Kurva sistem perpipaan alternatif kedua.....	43
Gambar 43. Karakteristik pompa alternatif kedua.....	43
Gambar 44. Kurva H-Q alternatif kedua	44
Gambar 45. Perhitungan biaya operasional alternatif kedua	45
Gambar 46. Data hasil node ID J7-J42 alternatif pertama	63
Gambar 47. Data hasil node ID J43-J81 alternatif pertama	64
Gambar 48. Data hasil node ID J81-J39 alternatif pertama	65
Gambar 49. Perbandingan analitik dan faktor gesekan alternatif pertama	66
Gambar 50. Data hasil link ID P4-P45 alternatif pertama	66
Gambar 51. Data hasil link ID P46-P83 alternatif pertama	67
Gambar 52. Data hasil link ID P84-P99 alternatif pertama	68
Gambar 53. Grafik perbandingan faktor gesekan P4–P40 alternatif pertama	71
Gambar 54. Grafik perbandingan faktor gesekan P41–P72 alternatif pertama	71
Gambar 55. Grafik perbandingan faktor gesekan P73–P99 alternatif pertama	71
Gambar 56. Grafik perbandingan kecepatan aliran P4-P40 alternatif pertama	72
Gambar 57. Grafik perbandingan kecepatan aliran P41-P72 alternatif pertama	72
Gambar 58. Grafik perbandingan kecepatan aliran P73-P99 alternatif pertama	72
Gambar 59. Grafik perbandingan tekanan J7-J36 alternatif pertama.....	73
Gambar 60. Grafik perbandingan tekanan J37-J71 alternatif pertama.....	73
Gambar 61. Grafik perbandingan tekanan J72-J alternatif pertama.....	73
Gambar 62. Grafik selisih <i>pressure</i> J7-J36 alternatif pertama.....	74
Gambar 63. Grafik selisih <i>pressure</i> J37-J71 alternatif pertama.....	74
Gambar 64. Grafik selisih <i>pressure</i> J72-J39 alternatif pertama.....	74
Gambar 65. Data hasil node ID J8-J43 alternatif kedua	75
Gambar 66. Data hasil node ID J44-J82 alternatif kedua	76
Gambar 67. Data hasil node ID J83-J39 alternatif kedua	77

Gambar 68. Hasil perhitungan kecepatan dan faktor gesekan alternatif pertama	77
Gambar 69. Data hasil link ID P4-P48 alternatif kedua	78
Gambar 70. Data hasil link ID P49-P86 alternatif kedua	79
Gambar 71. Data hasil link ID P87-P6 alternatif kedua	80
Gambar 72. Grafik perbandingan faktor gesekan P4-P42 alternatif kedua	82
Gambar 73. Grafik perbandingan faktor gesekan P43-P74 alternatif kedua	83
Gambar 74. Grafik perbandingan faktor gesekan P75-P6 alternatif kedua	83
Gambar 75. Grafik perbandingan kecepatan aliran P4-P42 alternatif kedua	83
Gambar 76. Grafik perbandingan kecepatan aliran P43-P74 alternatif kedua	84
Gambar 77. Grafik perbandingan kecepatan aliran P75-P6 alternatif kedua	84
Gambar 78. Grafik perbandingan tekanan J8-J36 alternatif kedua	84
Gambar 79. Grafik perbandingan tekanan J37-J70 alternatif kedua	85
Gambar 80. Grafik perbandingan tekanan J71-J39 alternatif kedua	85
Gambar 81. Grafik selisih <i>pressure</i> J8-J36 alternatif kedua	85
Gambar 82. Grafik selisih <i>pressure</i> J37-J70 alternatif kedua	86
Gambar 83. Grafik selisih <i>pressure</i> J71-J39 alternatif kedua	86
Gambar 84. Dokumentasi tracking area persawahan	92
Gambar 85. Desain tandon	93

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat ukur yang digunakan	16
Tabel 2. Data perhitungan <i>base demand</i>	23
Tabel 3. Kebutuhan air petak sawah.....	25
Tabel 4. Spesifikasi pompa alternatif pertama	34
Tabel 5. Spesifikasi genset alternatif pertama	35
Tabel 6. Spesifikasi pompa alternatif kedua.....	35
Tabel 7. Spesifikasi genset alternatif kedua	36
Tabel 8. Sistem perpipaan alternatif pertama	37
Tabel 9. Karakteristik pompa alternatif pertama	38
Tabel 10. Titik operasi alternatif pertama	39
Tabel 11. Titik operasi alternatif pertama	39
Tabel 12. Total biaya untuk perawatan alat alternatif pertama	40
Tabel 13. Biaya mengairi sawah perjam alternatif pertama.....	40
Tabel 14. Harga pompa dan genset alternatif pertama	40
Tabel 15. Sistem perpipaan alternatif kedua.....	42
Tabel 16. Karakteristik pompa alternatif pertama	43
Tabel 17. Titik desain alternatif kedua	44
Tabel 18. Titik operasi alternatif kedua.....	44
Tabel 19. Total biaya untuk perawatan alternatif pertama.....	45
Tabel 20. Biaya untuk mengairi sawah perjam alternatif kedua	45
Tabel 21. Harga pompa dan genset alternatif kedua.....	45
Tabel 22. Perhitungan biaya operasional alternatif kedua	46
Tabel 23. Perbandingan hasil dengan penelitian terdahulu.....	47
Tabel 24. Rancangan anggaran biaya alternatif pertama	48
Tabel 25. Rancangan anggaran biaya alternatif kedua	49
Tabel 26. Data hasil elevasi, <i>base demand</i> , <i>head</i> dan <i>pressure</i> alternatif pertama	50
Tabel 27. Data hasil elevasi, <i>base demand</i> , <i>head</i> dan <i>pressure</i> alternatif pertama	51
Tabel 28. Data hidraulik alternatif pertama	52
Tabel 29. Data hidraulik alternatif pertama	53
Tabel 30. Data hasil elevasi, <i>base demand</i> , <i>head</i> dan <i>pressure</i> alternatif kedua.....	54
Tabel 31. . Data hasil elevasi, <i>base demand</i> , <i>head</i> dan <i>pressure</i> alternatif kedua.....	55
Tabel 32. Data hodraulik alternatif kedua	56

Tabel 33. Data hidraulik alternatif kedua	57
Tabel 34. Perbandingan biaya pembangunan dan material kedua alternatif	57
Tabel 35. Perbandingan pressure dan velocity kedua alternatif.....	58
Tabel 36. Perbandingan pressure dan velocity kedua alternatif.....	59
Tabel 37. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta tekanan alternatif pertama ..	69
Tabel 38. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta tekanan alternatif pertama	70
Tabel 39. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta tekanan alternatif kedua	81
Tabel 40. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta tekanan alternatif kedua	82

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang sistem pompanisasi untuk mengairi sawah Blok 7 seluas 7,3 hektar sesuai kebutuhan. Lingkup masalah yang dibahas meliputi survei lokasi area persawahan, pengukuran elevasi, serta perhitungan sumur bor. Perancangan sistem pompanisasi ini dilakukan menggunakan software EPANET 2.2 dan didukung oleh penggunaan diagram alir. Dalam tahap identifikasi masalah, berdiskusi dengan pihak desa dan masyarakat, khususnya para petani, keluhan dan permasalahan yang sering terjadi saat menanam padi pada musim kemarau. Pengolahan data primer dilakukan dengan alat ukur seperti Garmin GPS, meteran, perangkat lunak EPANET 2.2, Google Earth, dan Garmin Basecamp. Dua rancangan alternatif telah dievaluasi. Rancangan alternatif pertama menghasilkan data kecepatan aliran 1,69 m/s, yang mendekati syarat kriteria kurang dari 1,70 m/s, dengan selisih tekanan 0,17 m. Rancangan alternatif kedua menunjukkan kecepatan aliran 1,69 m/s (kurang 0,01 m/s dari kriteria optimal) dan selisih tekanan 0,17 m. Secara biaya, rancangan alternatif pertama dinilai lebih murah. Untuk spesifikasi, rancangan alternatif pertama menggunakan pipa PVC berdiameter 3/8"-10", dengan kecepatan aliran antara 1,70 m/s hingga 2,69 m/s (kurang 0,01 m/s dari kecepatan maksimum). Sementara itu, rancangan alternatif kedua menggunakan diameter pipa yang sama dengan kecepatan aliran antara 1,69 m/s hingga 2,88 m/s (kurang 0,01 m/s dari kecepatan maksimum). Hasil perhitungan kecepatan aliran menggunakan EPANET 2.2 dan metode analitik menunjukkan kesamaan 0%.

Kata Kunci: EPANET 2.2, irigasi sawah, perancangan alternatif, sistem pompanisasi.

ABSTRACT

This research aims to design a pompanization system to irrigate Block 7 rice fields covering an area of 7.3 hectares as needed. The scope of the problem discussed includes surveying the location of the rice field area, measuring the elevation between the river. Furthermore, a comparison is made between river water discharge and rice field water needs. The design of the pompanization system was carried out using EPANET 2.2 software and supported by the use of flow charts. In the problem identification stage, we discussed with the village and community, especially farmers, complaints and problems that often occur when planting rice in the dry season. Primary data processing was done with measuring tools such as Garmin GPS, meter, EPANET 2.2 software, Google Earth, and Garmin Basecamp. Two alternative designs were evaluated. The first alternative design produced flow velocity data of 1.69 m/s, which is close to the criterion requirement of less than 1.70 m/s, with a pressure difference of 0.17m. The second alternative design showed a flow velocity of 1.69 m/s (0.01 m/s less than the optimum criteria) and a pressure difference of 0.17m. In terms of cost, the first alternative design is considered cheaper. For specifications, the first alternative design uses a 3/8"-10" diameter PVC pipe, with a flow velocity between 1.70 m/s to 2.69 m/s (0.01 m/s less than the maximum velocity). Meanwhile, the second alternative design uses the same pipe diameter with a flow velocity between 1.69 m/s to 2.88 m/s (0.01 m/s less than the maximum velocity). The results of the flow velocity calculation using EPANET 2.2 and the analytical method showed 0% similarity.

Keywords: Alternative Design, EPANET 2.2 Pumping System, Rice Field Irrigation.

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Kabupaten Cirebon merupakan bagian dari wilayah Provinsi Jawa Barat yang terletak dibagian timur dan merupakan batas, sekaligus sebagai pintu gerbang Provinsi Jawa Tengah. Dalam sektor pertanian Kabupaten Cirebon merupakan salah satu daerah produsen beras yang terletak dijalur pantura. Pertanian merupakan fondasi utama perekonomian di Desa Jagapura Kulon, Kabupaten Cirebon, di mana mayoritas penduduk menggantungkan hidupnya pada sektor ini melalui budidaya padi. Sawah-sawah menjadi sumber penghidupan utama, menyediakan lapangan kerja dan pendapatan bagi sebagian besar warga desa. Oleh karena itu, keberhasilan sektor pertanian memiliki dampak signifikan terhadap kesejahteraan dan stabilitas ekonomi masyarakat Jagapura Kulon secara keseluruhan.

Sebagai salah satu penghasil utama padi, bagi daerah sekitar Cirebon dikenal sebagai kabupaten yang berfokus pada pertanian. Beberapa kecamatan seperti Gegesik, Susukan, Sedong dan Kapetakan menjadi wilayah unggulan dalam pengembangan budidaya padi di kabupaten ini. Pada wilayah kecamatan Gegesik tepatnya berada di Desa Jagapura Kulon, letak geografisnya berada di dataran rendah. Mayoritas warga disana, 70% berprofesi sebagai petani karena memanfaatkan sumber daya alam.

Desa Jagapura Kulon dilalui oleh 3 sungai, diantaranya sungai jonggol, sungai rama dan sungai sikusta. Luas lahan pertanian dan ketersediaan sumber daya air permukaan yang mengalir melalui kawasan pertanian menjadi potensi penting. Tetapi, meskipun desa ini memiliki akses ke ketiga sungai tersebut, sebagian besar area persawahan di Jagapura Kulon belum sepenuhnya mendapatkan pasokan air yang memadai. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan para petani dalam mendistribusikan air dari sumbernya ke lahan pertanian, terutama ketika datang musim kemarau yang menjadi permasalahan.

Dengan luas wilayah sekitar 430 ha, area persawahan di Desa Jagapura Kulon sangat terpengaruh oleh kekeringan panjang yang terjadi selama musim kemarau dan fenomena El Niño. Hal ini menyebabkan sebagian besar petani merasa cemas karena tanaman padi yang sudah tumbuh di tengah musim kemarau terpaksa dibiarkan mengering akibat kekurangan pasokan air. Meskipun di sekitar persawahan terdapat sungai besar yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber air permukaan untuk irigasi, mereka menghadapi kendala dalam mengalirkan air ke area persawahan.

Para petani berharap dapat panen dua kali dalam setahun, tetapi keterbatasan distribusi air pada musim kemarau dan El Niño menjadi penghalang dari tujuan tersebut. Petani di desa tersebut kesulitan mengalirkan air dari sungai karena perbedaan jarak dan elevasi yang cukup tinggi antara sungai dan lahan persawahan. Akibatnya, warga desa perlu membangun sistem pompanisasi untuk mengalirkan air ke persawahan di Desa Jagapura Kulon.

Penelitian terdahulu yang dilakukan Adhitya Priambudi pada tahun 2017 melakukan penelitian dengan judul “Studi alternatif pemanfaatan sumber mata air Umbulan untuk sistem irigasi pada Kecamatan Winongan”. Pada penelitian ini, sawah tadah hujan dan sumber air Umbulan memiliki elevasi yang signifikan (+120 m di atas permukaan laut) dan sumber air Umbulan hanya +30 m di atas permukaan laut. Oleh karena itu, perbedaan elevasi antara keduanya adalah 90 m, menunjukkan bahwa ada masalah dalam mengirimkan air irigasi dari sumber air ke lahan pertanian seluas 95,48 hektar[1].

Penelitian terdahulu yang dilakukan Irwan Anwar, Dedi Wardianto, Afdal pada tahun 2023 melakukan penelitian dengan judul “ Pompa hidram (pompa air tanpa penggerak energi mekanik”. Pada penelitian ini menunjukkan perbedaan elevasi sebesar 1 m yang diperlukan untuk mengoprasikan pompa hidram [2].

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

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

2. Rumusan masalah

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini berfokus pada:

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

3. Tujuan

Tujuan dari laporan ini untuk menemukan solusi agar dapat memenuhi kebutuhan air pada area persawahan di Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon seluas 7.3 hektar melalui penerapan sistem pompanisasi. Berikut ini adalah tujuan penelitian:

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

4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini:

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

5. Lingkup masalah

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

- a. Melakukan penelitian dengan membuat rancangan sistem pompanisasi dan jaringan perpipaan persawahan Desa Jagapura Kulon seluas 7.3 hektar.
- b. Melakukan penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2 melalui simulasi guna memperoleh hasil yang lebih akurat.
- c. Melakukan penelitian ini mencakup perancangan, analisis, dan penyusunan rancangan anggaran biaya.

6. Sistematika penulisan

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

BAB I: PENDAHULUAN

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

BAB II: STUDI LITERATUR

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

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga melingkupi menguraikan metodologi penelitian yang mencakup tahapan penelitian, peralatan dan bahan yang digunakan, serta lokasi penelitian.

BAB IV: RENCANA KEGIATAN DAN ANGGARAN

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

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir membahas kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II STUDI LITERATUR

1. Kajian pustaka

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

Penelitian 1, Adhitya (2017)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Adhitya Priambudi pada tahun 2017 melakukan penelitian dengan judul “Studi alternatif pemanfaatan sumber mata air Umbulan untuk sistem irigasi pada Kecamatan Winongan”. Pada penelitian ini, sawah tadah hujan dan sumber air Umbulan memiliki elevasi yang signifikan (+120 m di atas permukaan laut) dan sumber air Umbulan hanya +30 m di atas permukaan laut. Oleh karena itu, perbedaan elevasi antara keduanya adalah 90 m, menunjukkan bahwa ada masalah dalam mengirimkan air irigasi dari sumber air ke lahan pertanian seluas 95,48 hektar [1].

Penelitian 2, Irwan Anwar, Dedi Wardianto, Afdal (2023)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Irwan Anwar, Dedi Wardianto, Afdal pada tahun 2023 melakukan penelitian dengan judul “Pompa hidram (pompa air tanpa penggerak energi mekanik”. Pada penelitian ini menunjukkan perbedaan elevasi yang diperlukan untuk mengoperasikan pompa hidram [2].

Penelitian 3, Amrullah, Vandi Prasetyo, Muh. Syahrir, Rustam Efendi (2024)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Amrullah, Vandi Prasetyo, Muh. Syahrir, Rustam Efendi pada tahun 2024 melakukan penelitian dengan judul “Kajian pemilihan pompa berdasarkan karakteristik topografi untuk sawah padi di Desa Bululondong”. Pada penelitian ini menyelidiki pemilihan pompa karena ada perbedaan ketinggian 1 m dari sumber air ke area persawahan seluas 12 hektar [3].

Penelitian 4, Moch Asyrofi Maulana, Taty Alfiah (2021)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Moch Asyrofi Maulana, Taty Alfiah pada tahun 2021 melakukan penelitian dengan judul “Sistem distribusi air minum unit Nguling PDAM Giri Nawa Tirta Pasuruan”. Pada penelitian sistem distribusi air minum memerlukan pompa karena terdapat perbedaan elevasi sebesar 10-2 m. Dimana sumber air lebih rendah ke area pemukiman dan luas area pemukimannya 181.615 hektar [4].

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

Penelitian terdahulu yang dilakukan Ichlas Nur, Nota Effiandi, Mulyadi, Maimuzar dan Hendra pada tahun 2019 melakukan penelitian dengan judul “Kajian potensi air penggerak pompa hidram untuk mengairi sawah daerah Pakandangan Kabupaten Padang Pariaman”. Pada penelitian ini mengeksplorasi potensi pompa hidram dalam mengaliri lahan pertanian karena terdapat perbedaan elevasi sebesar 2,5 m dari sumber air. Dan luas area persawahan yang akan dialiri air seluas 10 hektar [5].

Penelitian 6, Fernandus Lagadoni Suwun (2013)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Ferdinandus lagadoni Suwun pada tahun 2013 melakukan penelitian ini dengan judul “Studi perencanaan irigasi pompa pada daerah irigasi BKB.I Desa Bulu Kecamatan Pilangkeceng Kabupaten Madiun”. Pada penelitian ini mengetahui kapasitas pompa yang diperlakukan untuk mendistribusikan air melalui pipa karena perbedaan elevasi sebesar 6 m dari sumber air. Dan luas area yang akan dialiri air seluas 22 hektar [6].

Penelitian 7, Kustana Kustana, Cucu setiawan (2020)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Kustana Kustana dan Cucu Setiawan pada tahun 2020 melakukan penelitian ini dengan judul “Resolusi konflik sistem pengelolaan irigasi pertanian di Perdesaan”. Pada penelitian ini mengevaluasi pilihan pompa karena luas persawahan yang akan dialiri air seluas 162.250 hektar dan perbedaan ketinggian sebesar 15 m antara sumber air dan area persawahan [7].

Penelitian 8, Muh. Yunan, Tompobul, Hanafi Ashad (2020)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Muh. Yunan, Tompobul dan Hanafi Ashad pada tahun 2020 melakukan penelitian ini dengan judul “Studi kebutuhan air pembangunan jaringan irigasi Mare-mare Kabupaten Kepulauan Selayar”. Studi ini menyelidiki pompa karena ada perbedaan ketinggian 3 m antara sumber air dan area persawahan yang akan dialiri air. Selain itu, luas persawahan yang akan dialiri air adalah 30,6 hektar [8].

Penelitian 9, Hary Pamungkas (2016)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Hary Pamungkas pada tahun 2016 melakukan penelitian ini dengan judul “Perencanaan sistem penyediaan air bersih menggunakan pompa hidram Di Desa Randugading, Kecamatan Tajinan, Kabupaten Malang”. Pada penelitian ini sistem pengairan dilakukan karena terdapat perbedaan elevasi 3 m. Dimana sumber air yang lebih rendah dibanding area pemukiman yang akan dialiri air seluas 1 hektar [9].

Penelitian 10, Tri Wahyono, M. Budi N. Rahman, Fitroh Anugrah K. Yudha, Rahmad K. Adi (2021)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Tri Wahyono, M. Budi N. Rahman, Fitroh Anugrah K. Yudha dan Rahmad K. Adi pada tahun 2021 melakukan penelitian ini dengan judul “Instalasi sistem pengairan area persawahan untuk meningkatkan produktivitas tanaman jagung”. Pada penelitian ini, sistem pengairan digunakan karena ada perbedaan elevasi 8 m di mana sumber air lebih rendah dari pada area yang akan dialiri air seluas 10 hektar [10].

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

Penelitian terdahulu yang dilakukan I ketut Soriarta dan 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 bertujuan untuk menganalisis sistem penyediaan air karena ada perbedaan elevasi sumber air di area target sebesar 154 m dan area pemukiman untuk penyediaan air seluas 4931 hektar [11].

2. Definisi pengairan

Pengairan adalah proses mendatangkan air dengan membuat struktur dan saluran ke sawah atau ladang secara teratur dan membuang air yang tidak digunakan. Memanfaatkan dan meningkatkan jumlah air yang tersedia bagi tanaman adalah definisi dari pengairan. Untuk menghindari mengganggu kehidupan tanaman, drainase harus dilakukan jika terdapat air berlebih dalam tanah.

Jenis pengairan yang dapat digunakan termasuk irigasi permukaan, irigasi tetes, dan irigasi spinkler. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan tergantung pada jenis tanaman, kondisi tanah, dan ketersediaan sumber air. Irigasi tetes misalnya lebih efisien dalam penggunaan air karena air disalurkan langsung ke akar tanaman, mengurangi limpasan dan evaporasi. Irigasi permukaan, di sisi lain, lebih umum digunakan daripada irigasi tetes [12].

Selain meningkatkan produktivitas pertanian, pengairan meningkatkan keberlanjutan sumber daya air. Dengan pengelolaan yang baik, sistem pengairan dapat membantu menjaga keseimbangan ekosistem dan mencegah masalah seperti pencemaran air dan penurunan kualitas tanah. Oleh karena itu, petani dan pengelola sumber daya air harus memiliki pemahaman yang baik tentang pengairan dan teknik yang tepat untuk mencapai pertanian yang optimal [12].

Jika dibandingkan dengan sumber daya alam lainnya, air adalah bagian penting dari sumber daya alam. Sumber daya air yang berupa hujan selalu datang sesuai dengan waktu atau musim sepanjang tahun karena air adalah sumber daya yang selalu berubah dan terbarukan. Untuk meningkatkan ketahanan dan kemandirian pangan melalui peningkatan produksi pangan, khususnya beras, air tanah dapat digunakan sebagai air irigasi di daerah yang kekurangan air. Daerah-daerah ini memiliki potensi pertanian tetapi juga memiliki air permukaan yang tidak memadai atau sama sekali. Penggunaan air tanah dalam harus sesuai dengan daya dukung akuifer lokal, yang diatur oleh Undang-Undang Sumber Daya Air No. 7.

Menurut Bab I, Pasal I, Ayat 16 dari Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2006, jaringan irigasi air tanah (JIAT) adalah jaringan irigasi yang airnya berasal dari tanah, mulai dari sumur dan instalasi pompa hingga saluran irigasi air tanah yang termasuk di dalamnya. Sistem pengairan yang digunakan untuk jaringan irigasi air tanah ini menggunakan saluran tertutup/perpipaan dan perlengkapan perpipaan.

3. Sumber air

Pada saat ini, air sangat penting bagi kehidupan manusia atau masyarakat sekitar karena memberikan manfaat bagi kehidupan sehari-hari dan menunjang keberlangsungan hidup. Air juga merupakan bahan yang paling penting untuk memenuhi kebutuhan setiap proses kehidupan [13].

Sumber air adalah sesuatu yang dapat menyediakan air untuk manusia dan makhluk hidup lainnya. Sumber air dapat berupa air permukaan (seperti sungai, danau, waduk), air tanah (seperti sumur, mata air), atau air atmosfer (seperti hujan, salju).

Adapun beberapa jenis-jenis sumber air yang dapat dimanfaatkan:

a. Air Permukaan

Air permukaan yaitu air yang berada di permukaan tanah, seperti sungai, danau, waduk, dan laut adalah air yang ditemukan di permukaan bumi [14]. Air ini merupakan bagian penting dari siklus hidrologi dan memainkan peran penting dalam kehidupan manusia dan ekosistem. Sungai, danau, waduk, rawa dan laut adalah beberapa contohnya. Mereka terlihat, dapat mengalir atau menggenang, memiliki berbagai ukuran, dan dipengaruhi oleh iklim. Sumber air bersih, irigasi, pembangkit listrik, transportasi, hiburan, dan habitat ekosistem adalah beberapa dari banyak manfaatnya. Namun, pencemaran, penggunaan berlebihan, dan perubahan iklim adalah ancaman lain bagi air permukaan. Oleh karena itu, menjaga air permukaan dengan mengelola limbah, menggunakan air dengan hati-hati, dan

menanam pohon sangat penting. Dapat menjaga ketersediaan air bersih bagi generasi sekarang dan mendatang dengan menjaga dan melestarikan air permukaan. Ini juga menjadi keseimbangan ekosistem.

b. Air Tanah

Air tanah biasanya didefinisikan sebagai air yang berasal dari lapisan tanah, baik lapisan tanah tak jenuh maupun lapisan tanah jenuh. Air yang berasal dari lapisan tanah jenuh berfungsi sebagai deposit air di dalam lapisan tanah, yang dapat keluar dari mata air (artesis), atau tinggal di dalam lapisan tanah. Disebabkan oleh pesatnya pertumbuhan populasi di seluruh dunia, kebutuhan akan air terus meningkat untuk memenuhi kebutuhan air bersih, industri, dan pertanian. Akibatnya, manusia berusaha mengambil air fosil dengan berbagai teknologi untuk memenuhi kebutuhan. Air tanah memainkan peran penting dalam siklus hidrologi dan merupakan sumber air bersih yang sangat penting bagi ekosistem dan kehidupan manusia [15].

c. Air Atmosfer

Air atmosfer adalah air yang terdapat di atmosfer bumi dalam bentuk uap air, awan, hujan, salju, dan embun. Uap air ini berasal dari penguapan air dari permukaan bumi, seperti lautan, danau, dan sungai serta dari transpirasi tumbuhan. Uap air ini kemudian mengalami kondensasi untuk membentuk awan, yang kemudian dapat membentuk iklim dan menyediakan air bagi kehidupan di Bumi. Air atmosfer memainkan peran penting dalam kehidupan karena menyediakan air tawar untuk manusia, hewan, dan tumbuhan. Selain itu air atmosfer memengaruhi suhu Bumi dan iklim global.

4. Kebutuhan air sawah

Air adalah sumber daya vital yang mendukung kehidupan, kesehatan, dan kesejahteraan manusia, istilah “kebutuhan air” mengacu pada jumlah air yang diperlukan oleh individu atau komunitas untuk melakukan berbagai aktivitas sehari-hari, seperti konsumsi, kebersihan, dan pertanian. Kehidupan di Bumi bergantung pada air. Air merupakan salah satu sumber kehidupan karena baik flora maupun fauna mutlak membutuhkannya. Dengan kata lain, air merupakan zat paling penting bagi makhluk hidup untuk bertahan hidup [16].

Secara keseluruhan, pemenuhan kebutuhan air adalah tantangan yang kompleks yang memerlukan kerja sama antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta. Dengan menggunakan pendekatan yang terintegrasi dan berkelanjutan, kita dapat memastikan bahwa kebutuhan air untuk generasi sekarang dan mendatang dapat terpenuhi sambil menjaga keseimbangan lingkungan dan kesehatan masyarakat.

5. Definisi Sistem Perpipaan

Jaringan yang disebut sistem perpipaan terdiri dari pipa, katup, pompa, dan komponen lainnya yang dirancang untuk mengalir fluida, seperti air, gas, atau bahan kimia, dari satu tempat ke tempat lain. Sistem perpipaan adalah rangkaian pipa yang menghubungkan reservoir ke pelanggan. Dengan desain yang tepat, sistem perpipaan dapat memastikan aliran yang efisien dan aman serta mengurangi kehilangan energi.

Pipa adalah komponen utama perpipaan. Pipa terbuat dari berbagai bahan, seperti PVC, besi, atau tembaga, tergantung pada jenis fluida yang akan dialirkan dari kondisi lingkungan, dan disambungkan dengan fitting dan sambungan yang sesuai untuk membentuk jaringan yang kompleks. Katup juga mengontrol aliran fluida, memungkinkan pengguna untuk membuka atau menutup aliran sesuai kebutuhan. Pompa juga sering digunakan untuk meningkatkan tekanan dan memindahkan fluida melalui sistem, terutama dalam aplikasi yang membutuhkan fluida diambil dari kedalaman tertentu.

6. Genset

Generator set adalah perangkat yang menggabungkan generator listrik dengan mesin penggerak, biasanya diesel atau bensin, untuk menghasilkan listrik. Sebuah perangkat yang disebut generator set, memiliki kemampuan untuk menghasilkan daya listrik [17]. Genset berfungsi sebagai sumber daya cadangan atau utama dalam situasi di mana pasokan listrik dari jaringan utama tidak tersedia atau tidak stabil. Genset banyak digunakan di berbagai industri, komersial, dan rumah tangga karena dapat menghasilkan listrik secara mandiri.

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

7. Pompa

Pompa adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk memindahkan fluida, seperti air, minyak, atau gas, dari satu tempat ke tempat lain. Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari satu tempat ke tempat yang lain melalui media pipa atau saluran dengan menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan beroperasi secara

terus menerus dengan menambahkan tekanan antara bagian hisap (suction) dan bagian tekan (discharge) [18]. Fungsi utama pompa adalah untuk mengalirkan fluida dengan meningkatkan tekanan atau mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik. Pompa digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk air bersih untuk pertanian, proses industri, dan pengolahan limbah. Pompa tersedia dalam berbagai jenis dan desain, dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi.

Pompa sentrifugal dan pompa positif adalah jenis pompa yang paling umum digunakan. Pompa sentrifugal menggunakan gaya sentrifugal untuk mengalirkan fluida, dengan fluida masuk ke dalam impeller dan didorong keluar dengan kecepatan tinggi. Pompa positif, seperti pompa piston atau pompa gear, bekerja dengan gaya sentrifugal untuk mengalirkan fluida, dan biasanya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan aliran besar dengan tekanan rendah hingga sedang.

8. Pipa

Pipa adalah saluran tertutup di mana fluida, energi, atau keduanya mengalir. Ukuran umum pipa adalah diameter luarnya, tetapi ukuran nominalnya adalah yang paling umum. Pipa adalah alat penting bagi bisnis karena dapat mengalirkan berbagai jenis fluida, termasuk gas dan fluida cair, dengan berbagai tingkat tekanan dan temperatur. Jenis fluida yang akan dialirkan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Perpipaan adalah proses penyebaran air bersih dengan tekanan yang tepat ke lokasi yang dimaksud. Ini juga dapat mengeluarkan air kotor dari area tertentu tanpa melepaskan bagian pentingnya [19].

Salah satu fungsi utama pipa adalah untuk menghubungkan berbagai sistem dan peralatan dalam infrastruktur, seperti sistem air bersih, sistem pembuangan limbah, dan jaringan gas. Dalam sistem perpipaan, pipa sering kali dilengkapi dengan komponen tambahan, seperti katup, fitting, dan pompa, yang membantu mengontrol aliran dan tekanan fluida. Kebutuhan sistem yang akan dibangun juga harus dipertimbangkan.

9. Software EPANET 2.2

EPANET 2.2 adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolik dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari pipa, node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir. EPANET 2.2 memantau aliran air setiap pipa, tekanan air di tiap titik, dan konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama periode pengaliran [20].

10. Software Google Earth

Google Earth adalah aplikasi perangkat lunak yang memberikan pengalaman interaktif yang memungkinkan pengguna menjelajahi dan melihat citra satelit, peta, dan data geospasial dari seluruh dunia dalam format tiga dimensi. Google earth merekam hasil rekaman satelit secara langsung di sebuah virtual globe. Aplikasi Goggle Earth dapat menampilkan citra permukaan bumi dalam berbagai resolusi sesuai dengan topik yang diinginkan [21]. Pengguna dapat memperbesar, memperkecil, atau memutar tampilan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang lokasi tertentu. Google Earth tersedia dalam versi web, aplikasi desktop, (juga dikenal sebagai Google earth Pro), dan versi seluler.

11. Software Garmin Basecamp

Aplikasi desktop Basecamp Garmin dibuat untuk bekerja dengan perangkat Garmin dan memudahkan memudahkan pengguna dalam merencanakan perjalanan di luar ruangan. Dengan Basecamp, pengguna dapat menciptakan, merencanakan, dan mengedit perjalanan untuk hiking, bersepeda, berkendara, atau aktivitas luar ruangan lainnya.

Garmin Basecamp dapat menampilkan jumlah waktu dan jarak yang diperlukan untuk menempuh rute tersebut dengan menggunakan data dari peta dasar. Selain itu, ia dapat memberikan petunjuk arah dari rute yang telah ditentukan, yang menampilkan informasi detail seperti informasi arah, jarak, estimasi waktu tempuh, jarak kumulatif, estimasi waktu tempuh, koordinat, dan cekpoint rute dalam satuan derajat horizontal.

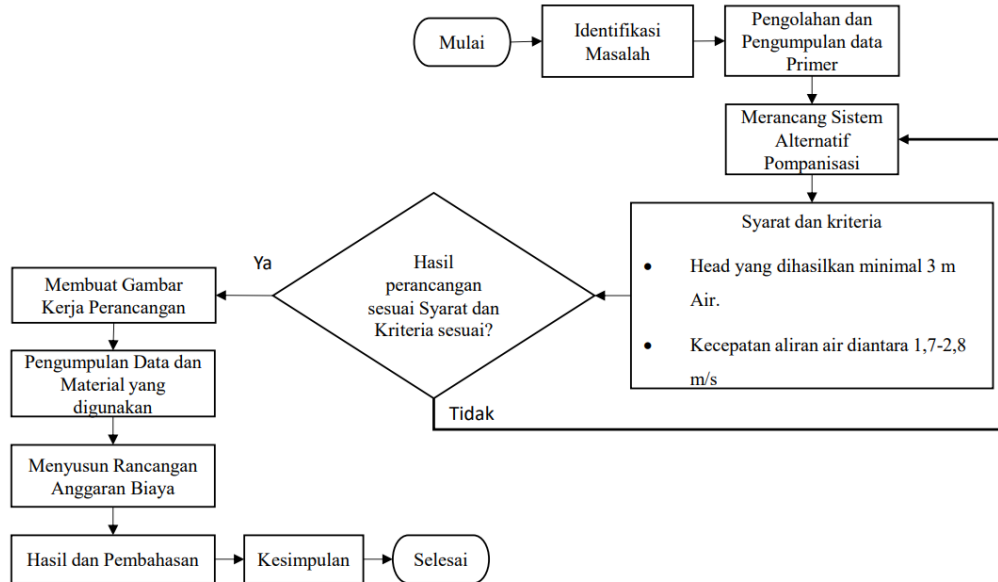
12. Garmin GPSMAP 65s

Garmin GPSMAP 65s adalah perangkat GPS portabel yang didesain khusus untuk aktivitas luar ruangan seperti hiking, geocaching, berkemah, dan ekspedisi. Sebagai bagian dan jajaran perangkat premium Garmin, berbagai fitur canggihnya mempermudah navigasi di medan yang menantang.

BAB III METODOLOGI

1. Tahapan penelitian

Berikut adalah tahapan penelitian yang dilakukan:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

A. Identifikasi masalah

Dalam identifikasi masalah ini dilakukan diskusi dengan pihak desa dan masyarakat khususnya yang berprofesi sebagai petani untuk mendengarkan keluhan dan permasalahan yang umum terjadi pada saat menanam padi di musim kemarau, berdasarkan hasil diskusi tersebut diperoleh beberapa permasalahan utama sebagai berikut :

- a) Kurangnya pasokan air ke area persawahan pada musim kemarau dan fenomena El Niño
Kekurangan air untuk setiap lahan persawahan selama musim kemarau dan fenomena El Niño menyebabkan kekeringan berkelanjutan, kurangnya ketersediaan air untuk irigasi dan berdampak besar pada produksi pertanian. Berikut adalah beberapa penjelasan dalam identifikasi masalah ini:

- Kurangnya ketersediaan air untuk irigasi

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

El Niño. Hal ini dapat menyebabkan kesulitan dalam menyediakan air ke area persawahan.

- Keterbatasan pada infrastruktur irigasi

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

b) Petani mempunyai keinginan panen satu tahun dua kali

- Petani mengharapkan peningkatan hasil produksi

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

- Ketersediaan air yang cukup untuk area persawahan

Penanaman dua kali dalam setahun membutuhkan pasokan air yang cukup, terutama selama musim kemarau dan fenomena El Niño. Sehingga memerlukan sistem irigasi yang efisien dan dapat digunakan sepanjang tahun. Jika pasokan air hanya bergantung pada air hujan atau sistem irigasi yang tidak memadai, ini dapat menjadi hambatan yang signifikan.

- Manajemen irigasi

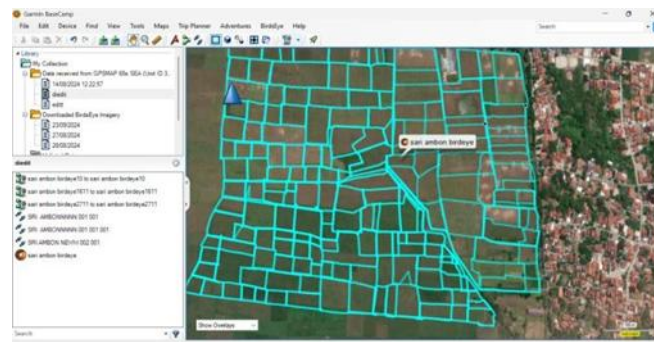
Untuk memastikan distribusi air yang efisien dan memenuhi kebutuhan air ke lahan pertanian. Manajemen irigasi adalah proses perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian sumber daya air. Tujuan manajemen irigasi yang baik mencakup pengolahan saluran, pengendalian air, pemilihan teknologi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

B. Pengolahan data primer

a) Tracking

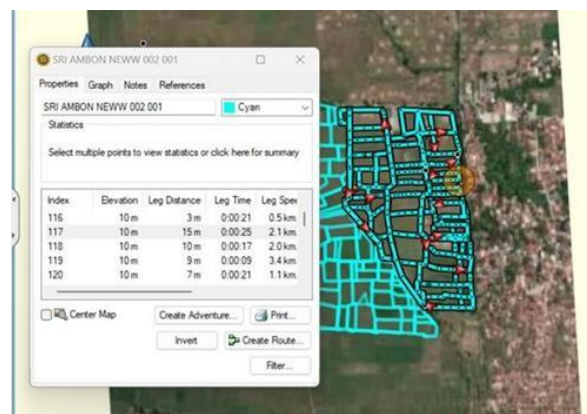
Tracking area persawahan merupakan proses pemantauan kondisi lahan pertanian dengan memanfaatkan teknologi modern. Tujuan utama kegiatan ini adalah untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, serta mengelola sumber daya secara berkelanjutan. Setelah menentukan dan meninjau lokasi persawahan, dilakukan proses tracking area

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



Gambar 2. Jalur hasil tracking

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

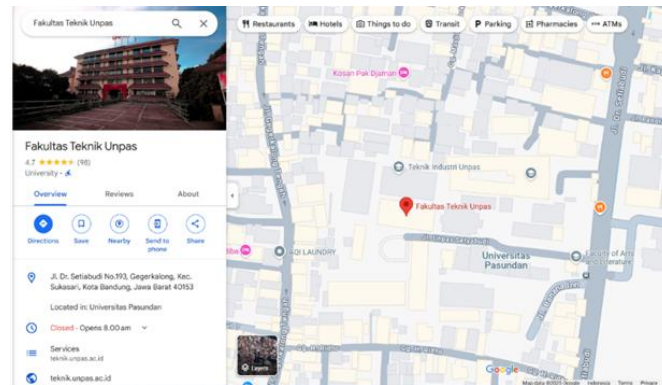


Gambar 3. Cara mengumpulkan data elevasi

2. Tempat penelitian

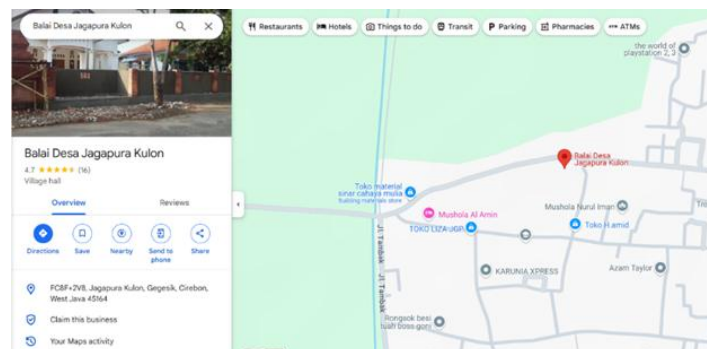
Penelitian ini dilakukan pada 2 tempat, yaitu:

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



Gambar 4. Lokasi FT UNPAS

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



Gambar 5. Lokasi Desa Jagapura Kulon

3. Alat ukur yang digunakan

Pada penelitian ini menggunakan beberapa alat sebagai berikut:

Tabel 1. Alat ukur yang digunakan

No.	Peralatan	Jumlah
1	Gamin GPSMAP 65s	1
2	Meteran	1
3	Software Epanet	1
4	Software Google earth	1
5	Software Garmin basecamp	1

Instrumen alat ukur yang digunakan, yaitu:

a) Garmin GPSMAP 65s

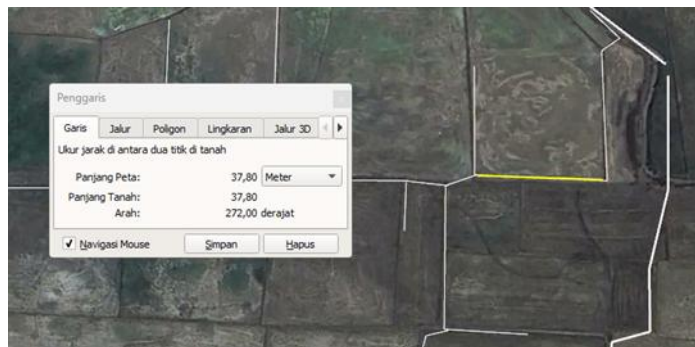
Garmin GPSMAP 65s merupakan alat navigasi dan pemetaan berbasis sistem satelit GNSS multiband, yang digunakan untuk memperoleh data koordinat (lintang dan bujur) serta elevasi permukaan lahan. Alat ini mampu menerima sinyal dari berbagai konstelasi satelit (GPS, GLONASS, Galileo, QZSS, dan IRNSS), sehingga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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

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

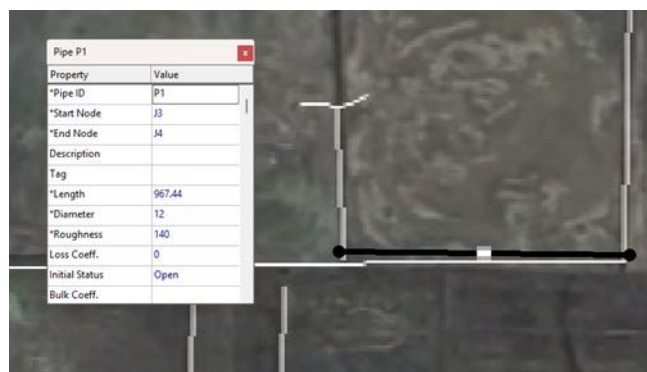
1. Kalibrasi

Kalibrasi adalah proses penyesuaian atau pemeriksaan alat ukur agar hasil pengukuran yang dilakukan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Tujuannya adalah memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan. Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan jarak yang diukur, kemudian ukur menggunakan fitur penggaris pada Google Earth. Bisa dilihat dari gambar di bawah ini.



Gambar 6. Pengukuran jarak pada software Google Earth

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



Gambar 7. Pengukuran menggunakan software EPANET 2.2

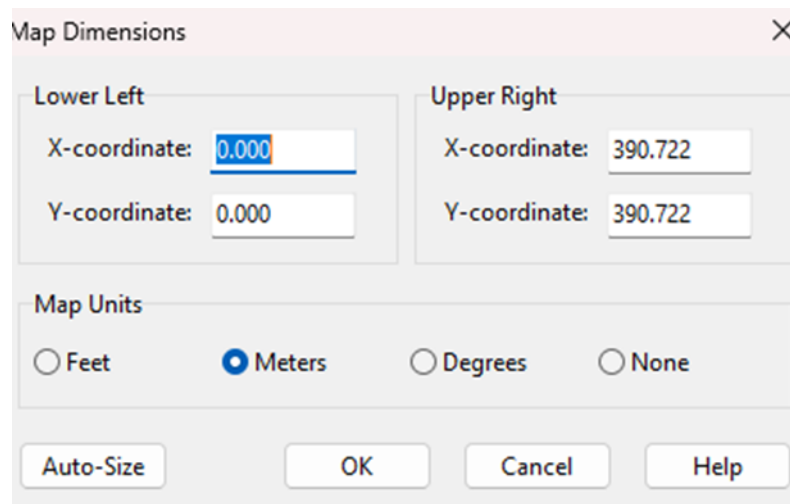
Setelah dilakukan pengukuran menggunakan perangkat lunak Google Earth dan EPANET 2.2, data yang diperoleh kemudian dihitung dengan menggunakan rumus yang ditampilkan pada bagian berikut. Perhitungan ini bertujuan untuk memperoleh nilai parameter hidraulika yang lebih akurat, sehingga dapat dijadikan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

Jarak asli pada Google Earth = 37.80 meter

Jarak pada EPANET 2.2 = 967.44 meter

$$\begin{aligned}
 \text{Kalibrasi panjang} &= \frac{\text{Jarak asli pada software Google Earth}}{\text{Jarak pada Software EPANET 2.2}} \times 10000 \quad (3) \\
 &= \frac{37.80}{967.44} \times 10000 \\
 &= 390.22 \text{ (hasil kalibrasi)}
 \end{aligned}$$

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



Gambar 8. Memasukan hasil kalibrasi pada map dimension EPANET 2.2

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

2. Membuat jalur dan memuat data elevasi dari software Basecamp

Setelah melakukan pengukuran, menampilkan hasil wilayah yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu 7.3 hektar.



Gambar 9. Area penelitian blok 7



Gambar 10. Luas area penelitian

Pada gambar di atas terdapat jalur yang berwarna ungu adalah luas area penelitian seluas 7.3 hektar. Setelah memuat data wilayah yang dilakukan penelitian, langkah selanjutnya adalah membuat jalur perpipaan dengan mempertimbangkan elevasi antar petak dan pematang sawah, untuk memaksimalkan daya gravitasi. Membuat jalur ini dilakukan di software Google Earth dikarenakan peta yang ditampilkan dari satelit terlihat nyata seperti fakta di lapangan. Memuat data elevasi yang sebelumnya diukur dapat dilihat pada software Basecamp.



Gambar 11. Mencari data elevasi

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



Gambar 12. Mencari data panjang pipa

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

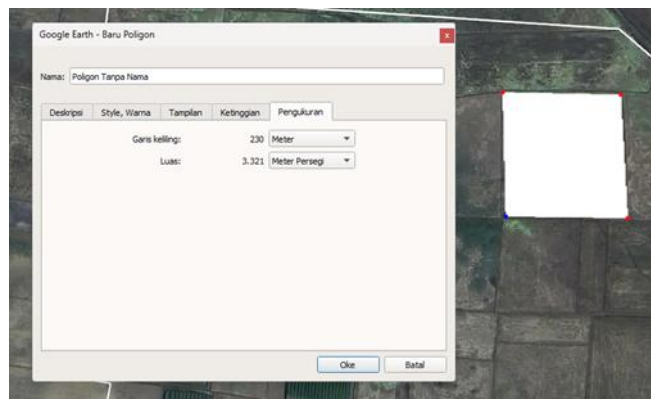


Gambar 13. Membuat jalur di Google Earth

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

Mengukur luas petak sawah menggunakan software Google Earth, dalam mengukur luas area petak sawah yang hasilnya menggunakan satuan m^2 . Pada gambar di bawah ini menunjukkan data luas area yang diukur.



Gambar 14. Mengukur luas area petak sawah

Pada Gambar 21 dapat dilihat bahwa luas area hasil pengukuran adalah sebesar 3321 m^2 . Data tersebut digunakan sebagai acuan dalam analisis kebutuhan air dan perencanaan jaringan perpipaan, sehingga perancangan sistem dapat disesuaikan dengan kondisi lapangan secara lebih akurat.

4. Menghitung kebutuhan air pada setiap petak sawah

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



Gambar 15. Jumlah petak sawah

Setelah menentukan jumlah petak sawah yang dihitung kebutuhan air dengan satuan l/min, langkah berikutnya adalah membuat tabel dengan memasukan data luas petak sawah yang sebelumnya telah di ukur dan dikalikan dengan kebutuhan air 1 l/s/ha (1 liter per detik per hektar). Di bawah ini terdapat gambar perhitungan, kebutuhan air 0.04 l/min/m² dikalikan dengan setiap luas petak sawah menghasilkan data *base demand* seperti pada tabel 10.

Tabel 2. Data perhitungan *base demand*

kebutuhan Air	1	l/s/ha
	60	l/min/ha
Luas	7.3	ha
	438	l/min/ha
1 Ha	10000	m ²
Kebutuhan Air	0.04	l/min/m ²

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

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

Dimana:

Bd = *Base demand* (l/min)

L = Luas petak sawah (m²)

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

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

Bdtotal = *Base demand* total (l/min)

Bd = *Base demand* (l/min)

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

Tabel 3. Kebutuhan air petak sawah

No	Luas (m ²)	Base Demand (LPM)	Base Demand Total (LPM)
1	2857	125.14	156.42
2	2782	121.85	152.31
3	2107	92.29	115.36
4	1033	45.25	56.56
5	1890	82.78	103.48
6	3473	152.12	190.15
7	2362	103.46	129.32
8	1813	79.41	99.26
9	1869	81.86	102.33
10	1709	74.85	93.57
11	596	26.10	32.63
12	463	20.28	25.35
13	1341	58.74	73.42
14	921	40.34	50.42
15	2628	115.11	143.88
16	591	25.89	32.36
17	2104	92.16	115.19
18	3419	149.75	187.19
19	1008	44.15	55.19
20	1035	45.33	56.67
21	2300	100.74	125.93
22	4038	176.86	221.08
23	3226	141.30	176.62
24	1378	60.36	75.45
25	113	4.95	6.19
26	2986	130.79	163.48
27	2030	88.91	111.14
28	819	35.87	44.84
29	993	43.49	54.37
30	724	31.71	39.64
31	3329	145.81	182.26
32	532	23.30	29.13
33	1208	52.91	66.14
34	514	22.51	28.14
35	1423	62.33	77.91
36	1284	56.24	70.30
37	1668	73.06	91.32
TOTAL			3534.99

Total kebutuhan air pada Blok 6 dengan luas area sebesar 7.3 hektar adalah sebesar 3534.99 liter per menit atau setara dengan 5891.65 liter per detik. Nilai ini mencerminkan debit air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan irigasi lahan secara optimal berdasarkan luas lahan dan standar kebutuhan air per hektar.

5. Syarat dan kriteria perancangan

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

a) *Head*

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

b) Kecepatan aliran

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

c) Metode penempatan pompa

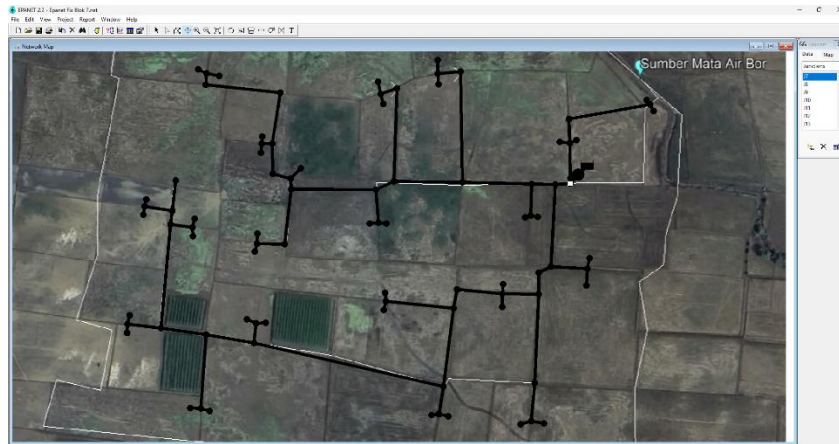
Metode penempatan pompa yang digunakan terdapat dua cara, pertama metode parallel yang digunakan untuk menaikkan volume air yang lebih besar. Kedua metode seri yang digunakan untuk menaikkan *head* atau daya dorong pompa.

6. Membuat desain alternatif dan mensimulasikan pada software EPANET 2.2

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

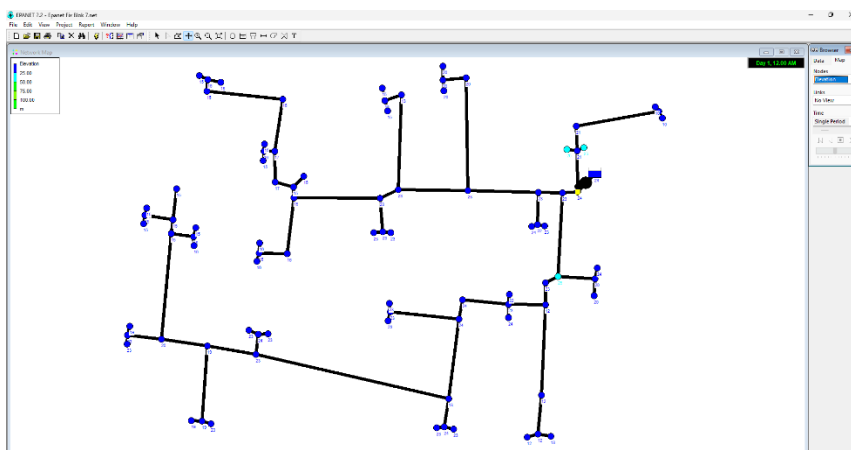
A. Desain alternatif pertama

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



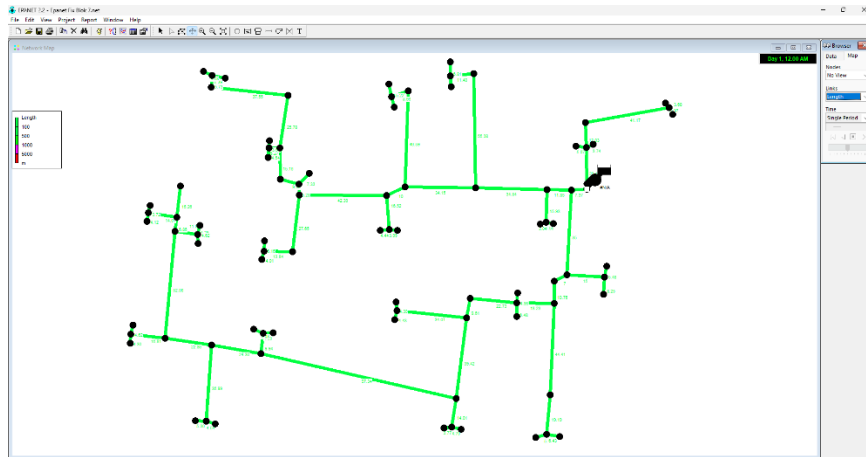
Gambar 16. Jalur perpipaan pada software EPANET 2.2 alternatif pertama

Langkah selanjutnya memasukkan data elevasi pada setiap titik junction (titik hitam pada gambar diatas) yang didapatkan pada software basecamp. Dalam memasukkan data elevasi harus teliti karena data elevasi yang didapat harus sesuai dengan jalur yang dimasukkan. Pada gambar dibawah menunjukan data elevasi yang telah di masukan ke dalam jaringan perpipaan pada software EPANET 2.2.



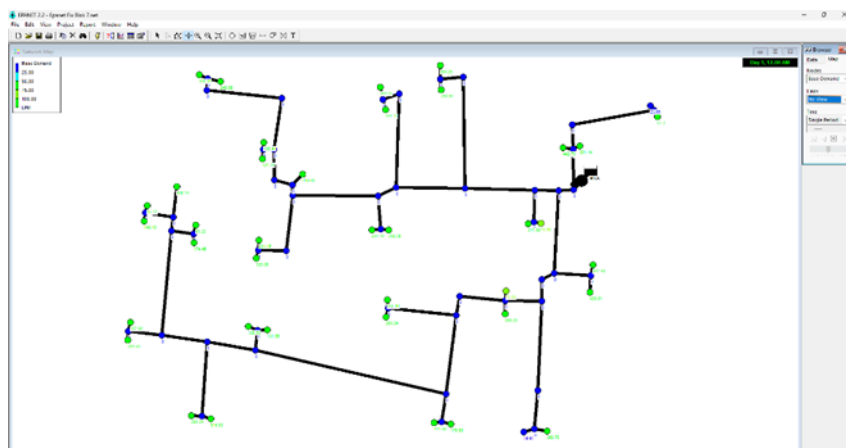
Gambar 17. Elevasi alternatif pertama

Setelah memasukkan data elevasi, langkah berikutnya adalah memasukkan data panjang pipa sesuai dengan panjang pipa yang didapatkan pada software Basecamp. Untuk yang paling pendeknya 3 meter dan yang paling panjangnya 97.34 meter.



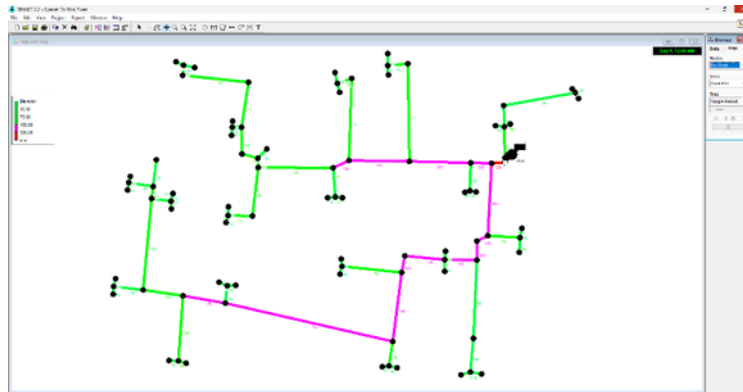
Gambar 18. Panjang pipa alternatif pertama

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

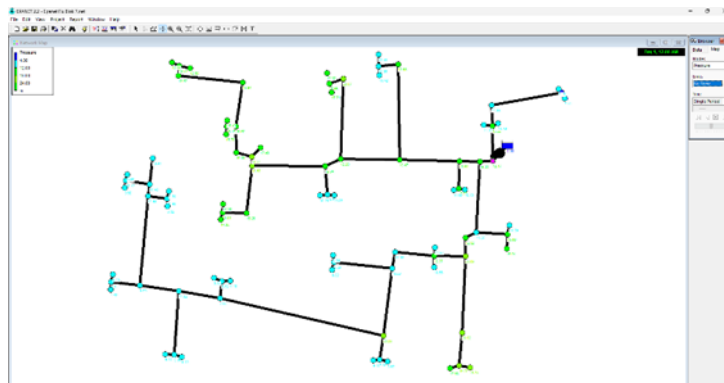


Gambar 19. *Base demand* alternatif pertama

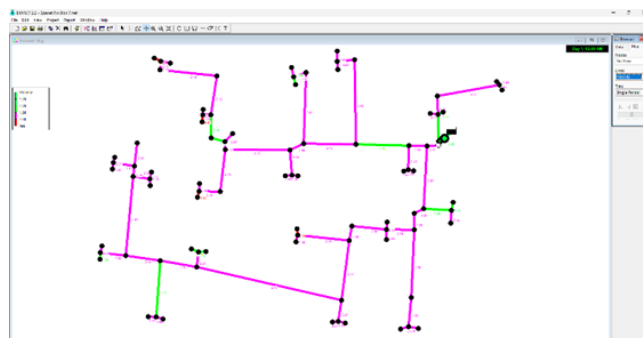
Langkah selanjutnya adalah memasukkan data diameter pipa dengan tujuan memperoleh hasil tekanan dan kecepatan aliran yang sesuai dengan persyaratan serta kriteria perencanaan. Penentuan diameter pipa menjadi tahapan penting dalam proses perancangan, karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi distribusi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



Setelah memasukan data sebelumnya pada langkah berikutnya adalah menampilkan hasil tekanan dan kecepatan aliran air. Untuk diameter yang paling kecilnya $\frac{3}{8}$ inci (13 mm) yang paling besarnya 12 inci (300 mm).



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



Gambar 22. Kecepatan aliran alternatif pertama

Kecepatan aliran yang dihasilkan pada perancangan alternatif pertama telah sesuai dengan persyaratan dan kriteria, yaitu berada pada kisaran 1,66-2,88 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan yang dibuat dapat menjaga efisiensi distribusi air sekaligus mencegah terjadinya kehilangan energi yang berlebihan maupun kerusakan pada jaringan perpipaan.

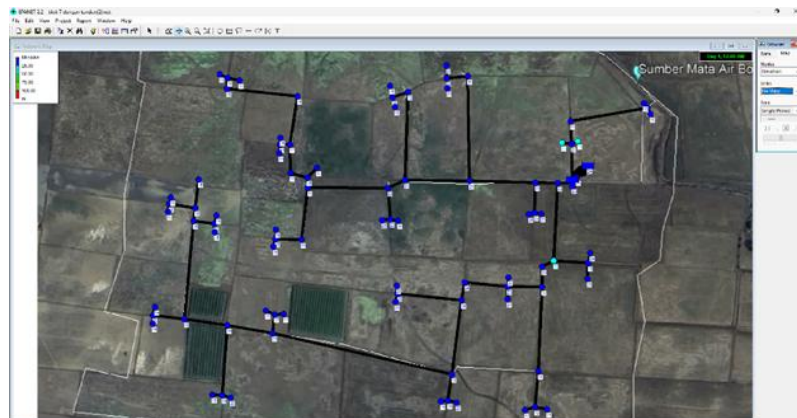
B. Desain alternatif kedua

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



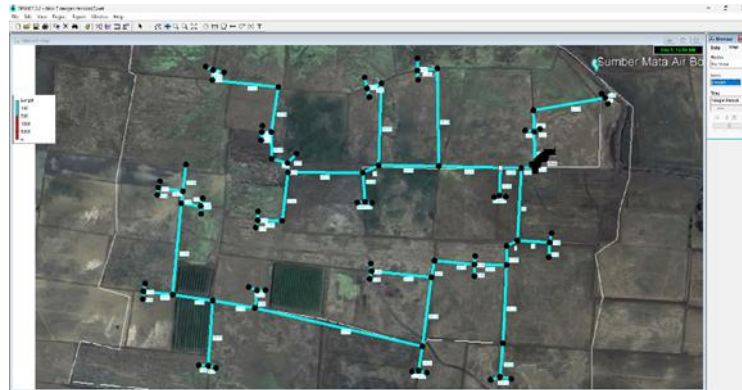
Gambar 23. Desain rancangan alternatif kedua pada software EPANET 2.2

Selanjutnya memasukkan data elevasi pada setiap titik (*junction*), yang didapatkan pada software Basecamp. Dalam memasukkan data elevasi harus teliti dikarenakan data elevasi yang didapat harus sesuai dengan rancangan yang dimasukkan. Gambar di bawah ini menunjukkan data elevasi yang telah dimasukkan ke dalam jaringan perpipaan pada software EPANET 2.2.



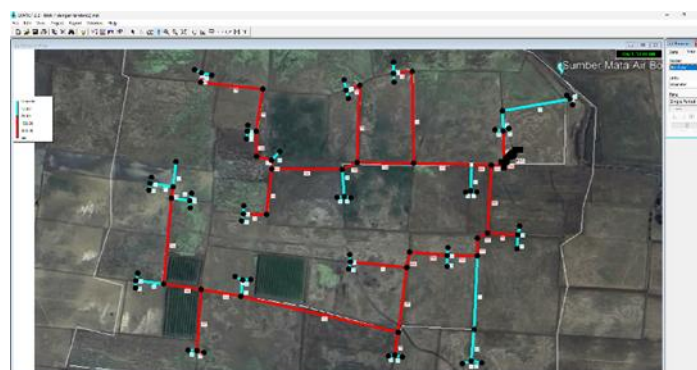
Gambar 24. Elevasi alternatif kedua

Setelah memasukkan data elevasi, berikutnya adalah memasukkan data panjang pipa sesuai dengan panjang pipa yang didapatkan pada software Basecamp. Untuk panjang pipa yang paling pendeknya 3 meter dan yang paling panjangnya 97.34 meter.



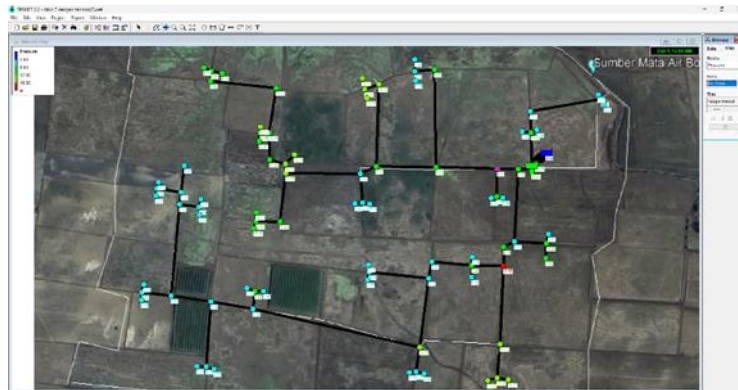
Gambar 25. Panjang pipa alternatif kedua

Selanjutnya memasukkan diameter pipa, bertujuan untuk mendapatkan hasil tekanan dan kecepatan aliran air dalam pipa supaya sesuai dengan syarat dan kriteria. Untuk diameter pipa yang digunakan yaitu yang paling kecil $\frac{3}{8}$ inci (13 mm) dan yang paling besar yaitu 12 inci (300 mm).



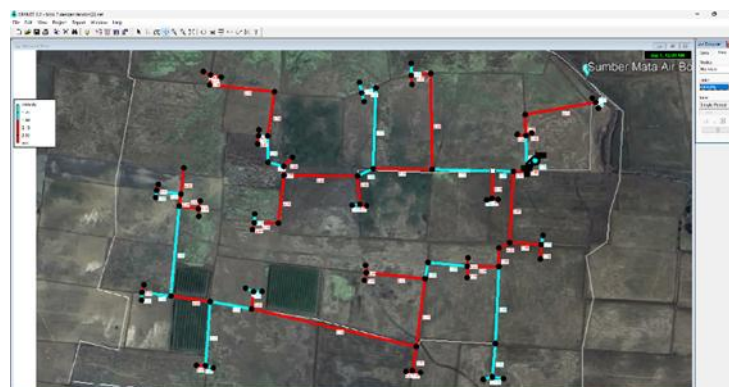
Gambar 26. Diameter pipa alternatif kedua

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



Gambar 27. Tekanan alternatif kedua

Tekanan yang dihasilkan pada alternatif kedua berkisar antara 3.06-41.76 meter. Rentang tekanan tersebut menunjukkan bahwa hasil simulasi telah memenuhi persyaratan dan kriteria yang ditetapkan, sehingga alternatif ini dapat dipertimbangkan sebagai rancangan yang layak diterapkan dalam sistem pompanisasi.



Gambar 28. Kecepatan aliran alternatif kedua

Kecepatan yang dihasilkan pada perancangan alternatif kedua sudah sesuai dengan syarat dan kriteria yaitu diantara 1.70-2.68 m/s. Berikut adalah spesifikasi tandon yang digunakan pada perancangan alternatif kedua.

Tank T1	
Property	Value
*Tank ID	T1
X-Coordinate	282.877
Y-Coordinate	267.718
Description	
Tag	
*Elevation	23
*Initial Level	10
*Minimum Level	1
*Maximum Level	15
*Diameter	3
Minimum Volume	
Volume Curve	
Can Overflow	No

Gambar 29. Spesifikasi tandon alternatif kedua

Spesifikasi tandon yang digunakan meliputi tinggi rangka penyangga sebesar 5 meter, tinggi silinder tandon 15 meter, dengan elevasi maksimum muka air sebesar 10 meter, dan diameter tandon berukuran 3 meter.

C. Perhitungan pompa dan biaya operasional

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



Gambar 30. Pompa alternatif pertama [22]

Tabel 4. Spesifikasi pompa alternatif pertama

Parameter	Spesifikasi
Model pompa	Ebara 200x150 FSHA 4KA 545
Tipe	End suction centrifugal
Suction x Discharge (mm)	200x150
Daya Motor (kW)	43.4
Kapasitas Aliran (Q)	8500
Total Head (H)	32
Tekanan Maksimum (bar)	10 (opsional 16)
Bahan	Casing: Cast Iron
	Impeller: Bronze
	Shaft: Stainles Stell
Temperatur Maks. (°C)	80
Berat (kg)	137

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



Gambar 31. Genset alternatif pertama [22]

Tabel 5. Spesifikasi genset alternatif pertama

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



Gambar 32. Pompa alternatif kedua [22]

Tabel 6. Spesifikasi pompa alternatif kedua

Parameter	Spesifikasi
Model Pompa	Ebara 250x200 FSLA 4LA90
Tipe	End suction centrifugal
Suction x Discharge (mm)	250x200
Daya Motor (kW)	180
Kapasitas Aliran (H)	1320
Total Head (H)	27
Tekanan Maksimum (bar)	10 (opsional 16)
Bahan	Casing: Cast Iron
	Impeller: Bronze
	Shaft: Stainles Steel
Temperatur Maks. (°C)	80
Berat (kg)	505

Pompa yang digunakan pada sistem ini merupakan pompa sentrifugal horizontal tipe EBARA FSLA 250x200, yang memiliki ukuran inlet sebesar 250 mm dan outlet 200 mm. Pompa ini termasuk dalam kategori *end suction volute pump* dan terbuat dari material *cast iron* yang tahan terhadap korosi dan tekanan fluida tinggi. Pompa ini dirancang untuk keperluan industri maupun irigasi, dengan kemampuan mengalirkan debit besar pada *head* sedang hingga tinggi.



Gambar 33. Genset alternatif kedua [22]

Tabel 7. Spesifikasi genset alternatif kedua

Parameter	Spesifikasi
Merk	Perkins
Model Engine	1506A-E88TAG2
Rated Power kVA	150
Rated Power kW	120
Standby Power kVA	165
Standby Power kW	132
Frekuensi	50
Speed rpm	1500
Voltage	380
Alternator & AVR	Stampford/ Leroy Somer/ Mecc Alte
Fuel Tank L	300-500
Dimensi LxWxH mm	2800x110x1500
Berat kg	1200



Gambar 36. Kurva sistem perpipaan alternatif pertama



Gambar 37. Kurva karakteristik pompa alternatif pertama

Tabel 9. Karakteristik pompa alternatif pertama

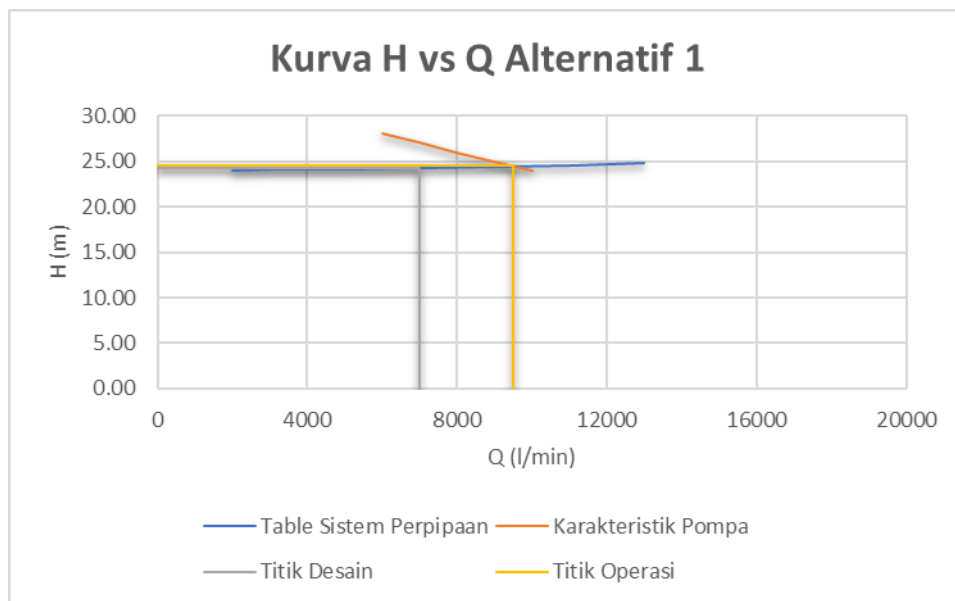
Karakteristik Pompa	
H (m)	Q (l/min)
30	5000
29	6000
28	7000
27	8000
26	9000
25	10000
24	11000
23	12000

Tabel 10. Titik operasi alternatif pertama

Titik Desain	
H (m)	Q (l/min)
24.24	0
24.24	7000
0	7000

Tabel 11. Titik operasi alternatif pertama

Titik Operasi	
H (m)	Q (l/min)
24.5	0
24.5	9500
0	9500



Gambar 38. Kurva H-Q alternatif pertama

Berdasarkan perhitungan hidraulik, sistem perpipaan sepanjang 42 m dengan debit desain sebesar 7000 l/min ($0,116 \text{ m}^3/\text{s}$) dan *head* total 24,24 m menunjukkan bahwa aliran berada dalam kondisi turbulen (Reynolds number ≈ 634.938). Koefisien gesekan Darcy-Weisbach rata-rata diperoleh sebesar 0,01450, dengan kehilangan *head* akibat gesekan (h_f) mencapai 0,24 m.

Tabel 12. Total biaya untuk perawatan alat alternatif pertama

Komponen	Harga	Liter	Jam	Biaya (Rp/jam)
Solar	Rp 6,800.00	13.0	-	Rp 88,400.00
Oli mesin	Rp 60,000.00	12	100	Rp 7,200.00
Perawatan berkala	Rp 875,000.00	-	100	Rp 8,750.00
Penyusutan alat	Rp 24,550,800.00	-	10000	Rp 2,455.08
Biaya operasional	Rp 2,304,714.29	339	100	Rp 88,400.00
Total biaya operasional per jam	-	-	-	Rp 195,205.08

Tabel 13. Biaya mengairi sawah perjam alternatif pertama

Parameter	Nilai	
Luas Sawah	73000	m ²
Kedalaman Genangan	0.15	m
Volume Air Dibutuhkan	10950	m ³
Kapasitas Pompa	651	m ³ /jam
Waktu Pengisian	17	jam
Biaya Operasional per Jam	Rp 88,400.00	-
Total Biaya Operasional	Rp 1,486,912.44	-

Tabel 14. Harga pompa dan genset alternatif pertama

Komponen	Nilai
Ebara 150x125 FSHA Sentrifugal Pompa Besi 4KA545	Rp 24,550,800.00
Genset Silent 30 kVA Perkins Original Made In UK by TSUZUMI Type TPG 30 kVA	Rp 72,550,000.00
Total Investasi Alat	Rp 97,100,800.00

Total Kebutuhan base demand	7000	LPM
flow dipompa	420	m ³ /h
	7000	lpm
Daya pompa	20	hp
	14914	Watt
Biaya listrik	1.445	Rp/kWh
Waktu	1	jam
Konsumsi listrik	14.91	kWh
1 hp	0.7	KVA
1 kva	0.8	kw
Daya genset	2.5	KVA
kebutuhan	14.9	KVA
	11.9	kw
Konsumsi	0.365	liter/kw
waktu	1	h
Konsumsi total	13.0	l/h
solar	Rp 6,800.00	perliter
Total	Rp 88,400.00	perjam
	Rp 2,304,714.29	
Bahan bakar	339	l/h
volume	10950	m ³
Debit	420	m ³ /h
	26	h

Gambar 39. Perhitungan biaya operasional alternatif pertama

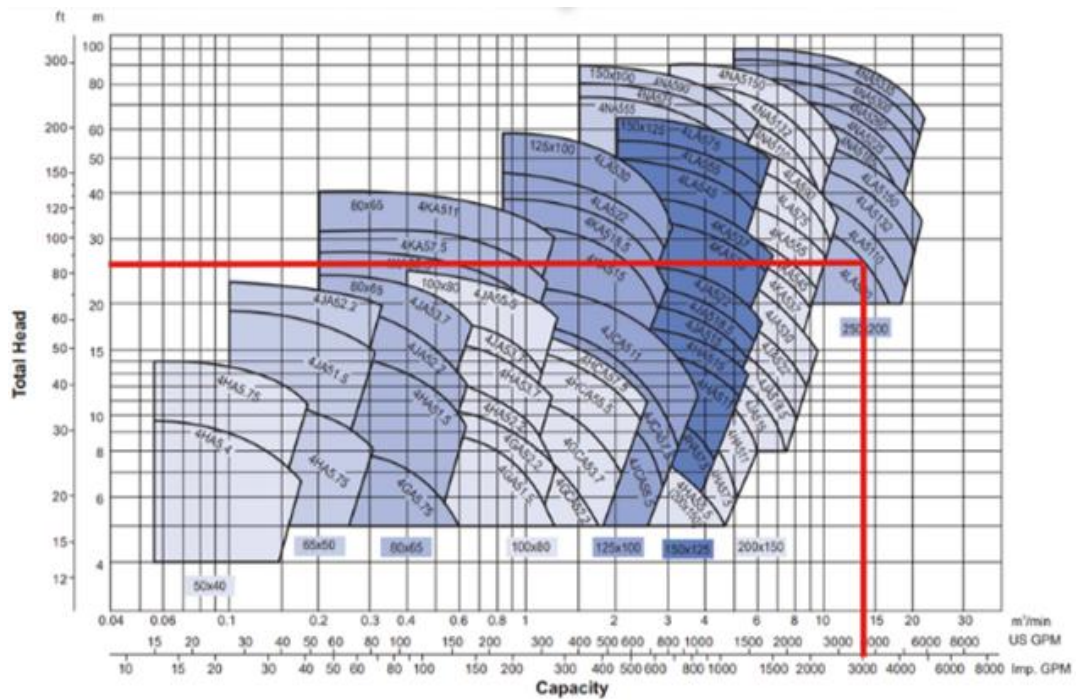
Biaya operasional per jam sebesar Rp88,400.00, terdiri dari solar, oli, perawatan, dan penyusutan alat. Total biaya operasional untuk satu siklus irigasi mencapai Rp1,486,912.44. Investasi alat terdiri dari pompa dan genset senilai total Rp97,100,800.00.

Diketahui					
L	42 m			rho air	998 kg/m ³
h	22.06 m			μ	0.00077 Ns/m ²
Q	8527 l/min			e	0.046 mm
	0.142117 m ³ /s			e/di	0.000151702
do	0.32385 m				
t	0.010312 m				
di	0.303225 m				
A	0.072214 m ²				
V	1.97 m/s				
Re	773448				
f	0.014278				
f*	0.013013				
hf	0.36 m				
hp	22.42 m				

Gambar 40. Hasil pengukuran pompa alternatif kedua

Tabel 15. Sistem perpipaan alternatif kedua

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	0.00	22.06
3000	0.050	0.69	272116	0.0159	0.0131	0.04	22.10
5000	0.083	1.15	453527	0.0150	0.0130	0.12	22.18
7000	0.117	1.62	634938	0.0145	0.0130	0.24	22.30
9000	0.150	2.08	816349	0.0142	0.0130	0.40	22.46
11000	0.183	2.54	997760	0.0140	0.0130	0.59	22.65
13000	0.217	3.00	1179171	0.0139	0.0130	0.83	22.89
15000	0.250	3.46	1360582	0.0138	0.0130	1.10	23.16
17000	0.283	3.92	1541993	0.0137	0.0130	1.41	23.47
19000	0.317	4.39	1723404	0.0136	0.0130	1.76	23.82
21000	0.350	4.85	1904814	0.0136	0.0130	2.16	24.22



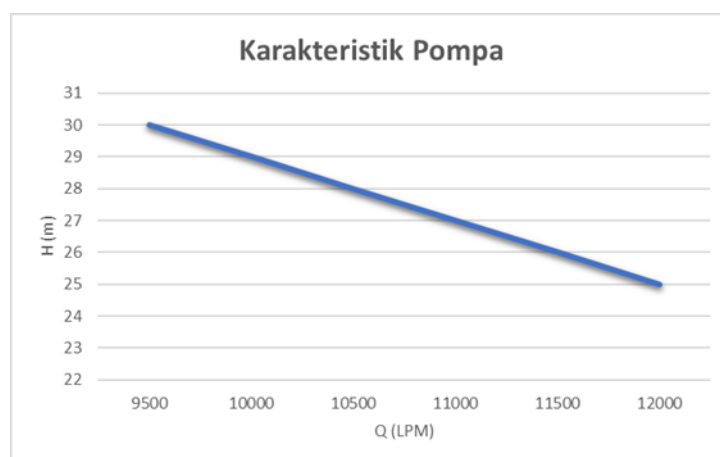
Gambar 41. Kurva karakteristik pompa alternatif kedua [22]



Gambar 42. Kurva sistem perpipaan alternatif kedua

Tabel 16. Karakteristik pompa alternatif pertama

Karakteristik Pompa	
H (m)	Q (LPM)
30	9500
29	10000
28	10500
27	11000
26	11500
25	12000
24	12500
23	13000
22	13500
21	14000



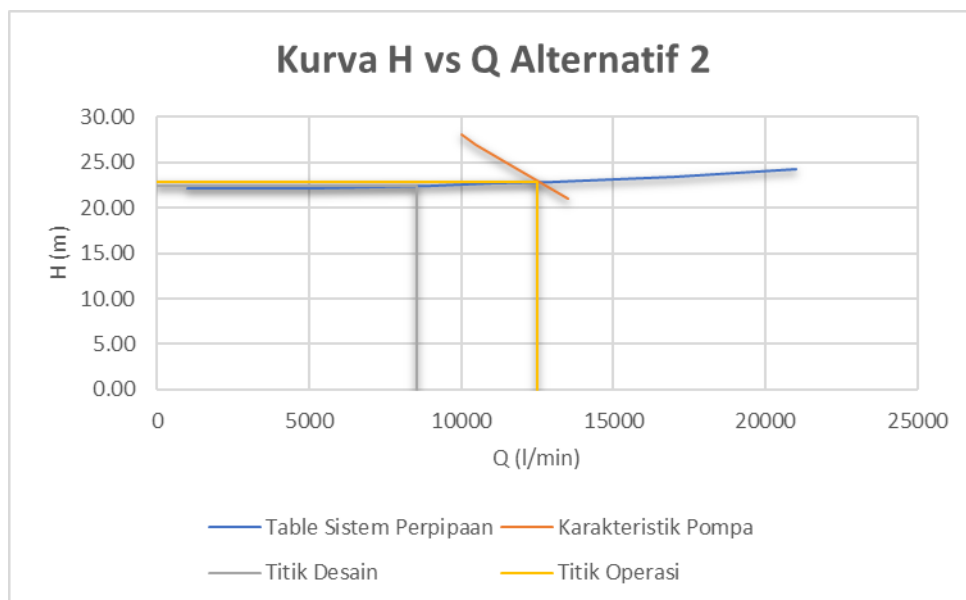
Gambar 43. Karakteristik pompa alternatif kedua

Tabel 17. Titik desain alternatif kedua

Titik Desain	
H (m)	Q (LPM)
22.42	0
22.42	8527
0	8527

Tabel 18. Titik operasi alternatif kedua

Titik Operasi	
H (m)	Q (LPM)
22.8	0
22.8	12500
0	12500



Gambar 44. Kurva H-Q alternatif kedua

Pada debit 10,345 l/min (0,172 m³/s), kecepatan aliran mencapai 2,39 m/s dengan bilangan Reynolds 938.366, menunjukkan aliran turbulen. Koefisien gesekan f sebesar 0,0141 menghasilkan kehilangan energi (h_f) sebesar 4,03 m, sehingga total *head* pompa yang dibutuhkan (h_p) adalah 26,09 m.

Tabel 19. Total biaya untuk perawatan alternatif pertama

Komponen	Harga	Liter	Jam	Biaya (Rp/jam)
Solar	Rp 6,800.00	17.9	-	Rp 121,720.00
Oli mesin	Rp 50,000.00	4	100	Rp 2,000.00
Perawatan berkala	Rp 500,000.00	-	200	Rp 2,500.00
Penyusutan alat	Rp 16,455,961.00	-	10000	Rp 1,645.60
Biaya operasional	Rp 1,738,545.98	48	21	Rp 1,622.64
Total biaya operasional per jam	-	-	-	Rp 129,488.24

Tabel 20. Biaya untuk mengairi sawah perjam alternatif kedua

Parameter	Nilai	
Luas Sawah	73000	m ²
Kedalaman Genangan	0.15	m
Volume Air Dibutuhkan	10950	m ³
Kapasitas Pompa	511	m ³ /jam
Waktu Pengisian	21	jam
Biaya Operasional per Jam	Rp 81,132.15	-
Total Biaya Operasional	Rp 1,738,545.98	-

Tabel 21. Harga pompa dan genset alternatif kedua

Komponen	Nilai
Pompa EBARA 4LA90 250×200	Rp 130,000,000.00
Perkins 1506A- E88TAG2 150 kVA / 165 kVA Perkins (UK)	Rp 255,000,000.00
Total Investasi Alat	Rp 385,000,000.00

Gambar 45. Perhitungan biaya operasional alternatif kedua

Tabel 22. Perhitungan biaya operasional alternatif kedua

Total Kebutuhan	8527	LPM
flow dipompa	511	m ³ /h
	8527	lpm
Daya pompa	100	hp
	74570	Watt
Biaya listrik	1.445	Rp/kWh
Waktu	1	jam
Konsumsi listrik	74.57	kWh
1 hp	0.7	KVA
1 kva	0.8	kw
Daya genset	150	KVA
kebutuhan	74.6	KVA
	59.7	kw
Konsumsi	0.2	liter/kw
waktu	1	h
Konsumsi total	11.9	l/h
solar	Rp 6,800.00	perliter
Total	Rp 81,132.15	perjam
	Rp 1,738,545.98	
Bahan bakar	256	l/h
volume	10950	m ³
Debit	511	m ³ /h
	21	h

Biaya operasional per jam sebesar Rp129.488,24, terdiri dari solar, oli, perawatan, dan penyusutan alat. Total biaya operasional untuk satu siklus irigasi mencapai Rp15.382.142,86. Investasi alat terdiri dari pompa dan genset senilai total Rp383.000.000.00.

D. Membandingkan dengan penelitian terdahulu

Penelitian terdahulu yang dilakukan yang dilakukan I Ketut Soriarta, I Putu Dwikarna Putra pada tahun 2025, dengan judul, “Analisis sistem penyediaan air minum malet Kecamatan Susu Kabupaten Bangli berbasis aplikasi EPANET 2.2.” Penelitian ini dilakukan untuk

menganalisis sistem penyediaan air dengan perbedaan elevasi sumber air ke area target sebesar 154 meter dan area pemukiman untuk penyediaan air seluas 4931 hektar [11].

Pada penelitian ini yang dilakukan Aden Haikal Nurrobbani pada tahun 2025 dengan judul, “Perancangan sistem pompanisasi pengairan persawahan blok 7 seluas 7.3 hektar Desa Jagapura Kulon Kabupaten Cirebon.” Pada penelitian ini sistem pengairan persawahan dengan perbedaan elevasi 1.94 meter. Dimana sumber air yang lebih rendah dibandingkan dengan area persawahan.

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

Tabel 23. Perbandingan hasil dengan penelitian terdahulu

Perbandingan											
Penelitian terdahulu						Penelitian yang dilakukan					
Elevasi (m)	Luas area (ha)	Debit (l/s)	Kebutuhan air (lpm)	Tekanan maks (m)	Range kecepatan aliran	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	25	7.3	0.05	4878.29	20.92	1.7-2.84

7. Menyusun rancangan anggaran biaya

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

Tabel 24. Rancangan anggaran biaya alternatif pertama

Rancangan Anggaran Biaya Blok 7								
No	Nama Barang	Nominal Diameter		Jumlah			Harga Satuan	Harga Total
		(Inch)	(mm)	(Batang)	(Buah)	(Kg)		
1	Pipa Pralon PVC	3/8"	13	1	-	-	Rp 14,450.00	Rp 85,926,800.00
		1/2"	16	1	-	-	Rp 23,250.00	
		3/4"	20	26	-	-	Rp 31,650.00	
		1"	25	4	-	-	Rp 43,250.00	
		1 1/4"	30	16	-	-	Rp 64,900.00	
		1 1/2"	40	28	-	-	Rp 74,500.00	
		2"	50	40	-	-	Rp 95,200.00	
		2 1/2"	65	80	-	-	Rp 138,800.00	
		3"	75	44	-	-	Rp 195,500.00	
		4"	100	22	-	-	Rp 324,000.00	
		5"	125	50	-	-	Rp 513,400.00	
2	Sambungan Pipa Y	6"	150	32	-	-	Rp 720,000.00	Rp 377,244.00
		8"	200	2	-	-	Rp 1,208,400.00	
		2 1/2"	65	-	1	-	Rp 9,207.00	
		3"	75	-	2	-	Rp 9,208.00	
		4"	100	-	1	-	Rp 9,209.00	
3	Sambungan Pipa L	8"	200	-	1	-	Rp 9,212.00	Rp 1,684,150.00
		12"	300	-	1	-	Rp 331,200.00	
		2 1/2"	65	-	1	-	Rp 10,400.00	
		3"	75	-	6	-	Rp 42,180.00	
		4"	100	-	1	-	Rp 77,995.00	
4	Sambungan Pipa T	5"	125	-	1	-	Rp 117,990.00	Rp 2,538,069.00
		6"	150	-	1	-	Rp 62,500.00	
		8"	200	-	1	-	Rp 144,550.00	
		1"	25	-	1	-	Rp 6,555.00	
		1 1/2"	40	-	2	-	Rp 14,250.00	
		2"	50	-	3	-	Rp 22,610.00	
		2 1/2"	65	-	4	-	Rp 36,630.00	
		3"	75	-	5	-	Rp 23,800.00	
		4"	100	-	4	-	Rp 103,896.00	
5	Sambungan Pipa X	5"	125	-	3	-	Rp 40,000.00	Rp 4,356,000.00
		6"	150	-	3	-	Rp 283,360.00	
6	Lem PVCPLASS	-	-	-	-	2.61	Rp 16,095.00	Rp 419,619.64
7	PompaEbara 150x125 FSHA	-	-	-	1	-	Rp 24,550,800.00	Rp 24,550,800.00
8	Ball Valve	8"	200	-	4	-	Rp 196,000.00	Rp 3,459,450.00
		1"	25	-	1	-	Rp 13,000.00	
		1 1/2"	40	-	2	-	Rp 32,000.00	
		2"	50	-	4	-	Rp 45,000.00	
		2 1/2"	65	-	7	-	Rp 159,410.00	
9	Genset Silent 30 kVA Perkins	3"	75	-	6	-	Rp 224,960.00	Rp 72,550,000.00
		4"	100	-	2	-	Rp 368,410.00	
10	Sumur Bor	-	-	-	-	-	Rp 17,509,200.00	Rp 17,509,200.00
Jumlah Total								Rp 213,371,332.64

Tabel 25. Rancangan anggaran biaya alternatif kedua

Rancangan Anggaran Biaya Blok 7								
No	Nama Barang	Nominal Diameter		Jumlah			Harga Satuan	Harga Total
		(Inch)	(mm)	(Batang)	(Buah)	(Kg)		
1	Pipa Pralon PVC	3/8"	13	1	-	-	Rp 14,450.00	Rp 85,926,800.00
		1/2"	16	1	-	-	Rp 23,250.00	
		3/4"	20	26	-	-	Rp 31,650.00	
		1"	25	4	-	-	Rp 43,250.00	
		1 1/4"	30	16	-	-	Rp 64,900.00	
		1 1/2"	40	28	-	-	Rp 74,500.00	
		2"	50	40	-	-	Rp 95,200.00	
		2 1/2"	65	80	-	-	Rp 138,800.00	
		3"	75	44	-	-	Rp 195,500.00	
		4"	100	22	-	-	Rp 324,000.00	
		5"	125	50	-	-	Rp 513,400.00	
2	Sambungan Pipa Y	6"	150	32	-	-	Rp 720,000.00	Rp 377,244.00
		8"	200	2	-	-	Rp 1,208,400.00	
		2 1/2"	65	-	1	-	Rp 9,207.00	
		3"	75	-	2	-	Rp 9,208.00	
		4"	100	-	1	-	Rp 9,209.00	
3	Sambungan Pipa L	8"	200	-	1	-	Rp 9,212.00	Rp 1,684,150.00
		12"	300	-	1	-	Rp 331,200.00	
		2 1/2"	65	-	1	-	Rp 10,400.00	
		3"	75	-	6	-	Rp 42,180.00	
		4"	100	-	1	-	Rp 77,995.00	
4	Sambungan Pipa T	5"	125	-	1	-	Rp 117,990.00	Rp 2,538,069.00
		6"	150	-	1	-	Rp 62,500.00	
		8"	200	-	1	-	Rp 144,550.00	
		1"	25	-	1	-	Rp 6,555.00	
		1 1/2"	40	-	2	-	Rp 14,250.00	
		2"	50	-	3	-	Rp 22,610.00	
		2 1/2"	65	-	4	-	Rp 36,630.00	
		3"	75	-	5	-	Rp 23,800.00	
		4"	100	-	4	-	Rp 103,896.00	
		5"	125	-	3	-	Rp 40,000.00	
5	Sambungan Pipa X	6"	150	-	3	-	Rp 283,360.00	Rp 4,356,000.00
		8"	200	-	4	-	Rp 196,000.00	
6	Lem PVCPLASS	-	-	-	-	2.61	Rp 16,095.00	Rp 419,619.64
7	Pompa Submersible	-	-	-	1	-	Rp 31,444,290.00	Rp 31,444,290.00
8	Ball Valve	1"	25	-	1	-	Rp 13,000.00	Rp 3,459,450.00
		1 1/2"	40	-	2	-	Rp 32,000.00	
		2"	50	-	4	-	Rp 45,000.00	
		2 1/2"	65	-	7	-	Rp 159,410.00	
		3"	75	-	6	-	Rp 224,960.00	
9	Genset Perkins 275kVA	4"	100	-	2	-	Rp 368,410.00	Rp 63,760,000.00
		-	-	-	1	-	Rp 63,760,000.00	
10	Sumur Bor	-	-	-	-	-	Rp 17,509,200.00	Rp 17,509,200.00
11	Tandon	-	-	-	1	-	Rp 8,260,000.00	Rp 8,260,000.00
Jumlah Total								Rp 219,734,822.64

8. Hasil penelitian

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

Tabel 26. Data hasil elevasi, *base demand*, *head* dan *pressure* alternatif pertama

Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation (m)	Base Demand (l/min)	Head (m)	Pressure (m)
Junc J7	24	0	37.17	13.17
Junc J8	23	0	36.91	13.91
Junc J9	23	0	36.47	13.47
Junc J10	20	0	32.68	12.68
Junc J11	21	0	36.56	15.56
Junc J12	22	0	34.85	12.85
Junc J13	23	0	35.28	12.28
Junc J14	13	0	33.07	20.07
Junc J16	23	0	35.04	12.04
Junc J17	23	0	33.62	10.62
Junc J18	15	0	33.52	18.52
Junc J19	15	0	33.27	18.27
Junc J20	17	0	33	16
Junc J21	17	0	32.57	15.57
Junc J22	16	0	32.17	16.17
Junc J23	15	0	30.94	15.94
Junc J24	15	0	28.57	13.57
Junc J25	16	0	28.21	12.21
Junc J26	23	0	37.09	14.09
Junc J27	25	0	36.07	11.07
Junc J28	20	0	34.41	14.41
Junc J29	23	0	35.92	12.92
Junc J30	12	0	35.69	23.69
Junc J31	23	0	35.37	12.37
Junc J32	24	0	35.03	11.03
Junc J33	24	0	34.89	10.89
Junc J34	23	0	32.39	9.39
Junc J35	16	0	31.85	15.85
Junc J36	15	0	31.01	16.01
Junc J37	12	0	32.92	20.92
Junc J38	12	0	31.72	19.72
Junc J40	13	0	33.23	20.23
Junc J41	24	0	32.32	8.32
Junc J42	23	0	30.55	7.55
Junc J43	24	0	29.52	5.52
Junc J44	19	0	30.02	11.02
Junc J45	19	0	28.95	9.95
Junc J46	20	0	28.6	8.6
Junc J47	23	0	27.71	4.71
Junc J48	15	0	26.92	11.92
Junc J49	15	0	26.43	11.43
Junc J50	15	0	25.42	10.42
Junc J51	15	408.14	25.41	10.41
Junc J52	15	0	25.95	10.95
Junc J54	15	0	18.08	3.08

Tabel 27. Data hasil elevasi, *base demand*, *head* dan *pressure* alternatif pertama

Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation (m)	Base Demand (l/min)	Head (m)	Pressure (m)
Junc J52	15	0	25.95	10.95
Junc J54	15	0	18.08	3.08
Junc J55	10	57.2	17.41	7.41
Junc J56	10	23.65	17.15	7.15
Junc J57	25	301.14	36.49	11.49
Junc J58	25	442.79	36.17	11.17
Junc J59	23	75.99	33.75	10.75
Junc J60	24	217.89	34.62	10.62
Junc J63	23	238.29	33.28	10.28
Junc J64	23	231.15	33.26	10.26
Junc J67	15	100.41	31.4	16.4
Junc J68	15	121.74	30.78	15.78
Junc J69	15	248.88	27.6	12.6
Junc J70	15	330.04	27.48	12.48
Junc J71	24	347.43	34.14	10.14
Junc J72	20	435.91	33.79	13.79
Junc J73	24	268.25	34.66	10.66
Junc J74	22	75.03	33.87	11.87
Junc J75	23	335.06	31.68	8.68
Junc J76	23	293.24	31.82	8.82
Junc J77	13	380.7	31.34	18.34
Junc J78	12	14.41	29.83	17.83
Junc J79	23	175.69	31.63	8.63
Junc J80	23	411.3	32.07	9.07
Junc J81	23	131.96	29.1	6.1
Junc J82	23	128.52	29.1	6.1
Junc J83	16	335.06	30.35	14.35
Junc J84	16	231.15	30.58	14.58
Junc J85	16	174.46	25.32	9.32
Junc J86	15	63.22	24.93	9.93
Junc J87	15	65.22	24.55	9.55
Junc J88	15	148.1	24.98	9.98
Junc J89	19	157.42	27.15	8.15
Junc J90	23	204.5	27.42	4.42
Junc J91	19	293.24	28.27	9.27
Junc J92	23	514.83	28.72	5.72
Junc J94	15	268.63	32.46	17.46
Junc J95	20	0	31.89	11.89
Junc J96	20	364.25	31.53	11.53
Junc J97	20	240.97	31.42	11.42
Junc J98	15	0	32.66	17.66
Junc J99	15	364.25	32.32	17.32
Junc J100	15	131.7	32.21	17.21
Junc J39	21	0	32.38	11.38

Tabel 28. Data hidraulik alternatif pertama

Network Table - Links							
Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow (l/min)	Velocity (m/s)	Unit Headloss	Friction Factor
Pipe P4	3.68	25	140	57.2	1.94	183.07	0.024
Pipe P5	2.97	16	140	23.65	1.96	313.58	0.026
Pipe P9	20.12	100	140	824.78	1.75	29.95	0.019
Pipe P10	3.74	75	140	301.14	1.14	18.82	0.021
Pipe P11	5.07	65	140	442.79	2.22	77.15	0.020
Pipe P12	7.37	300	140	8527.03	2.01	10.74	0.016
Pipe P13	11.85	200	140	3500.4	1.86	14.88	0.017
Pipe P14	15.93	50	140	293.88	2.49	129.61	0.020
Pipe P15	3.55	25	140	75.99	2.58	309.79	0.023
Pipe P16	3.04	50	140	217.89	1.85	74.47	0.021
Pipe P17	34.84	200	140	3206.52	1.7	12.65	0.017
Pipe P18	55.38	75	140	605.22	2.28	68.54	0.019
Pipe P21	34.15	150	140	2601.3	2.45	34.87	0.017
Pipe P22	46.59	75	140	495.95	1.87	47.4	0.020
Pipe P27	16.52	65	140	469.44	2.36	85.97	0.020
Pipe P28	4.44	50	140	231.15	1.96	83.09	0.021
Pipe P29	3.95	50	140	238.29	2.02	87.9	0.021
Pipe P30	42.39	125	140	1635.91	2.22	35.9	0.018
Pipe P31	5.28	100	140	1069.7	2.27	48.47	0.018
Pipe P32	9.32	100	140	801.07	1.7	28.37	0.019
Pipe P33	15.16	100	140	801.07	1.7	28.37	0.019
Pipe P34	5.27	50	140	222.15	1.89	77.19	0.021
Pipe P35	3.6	30	140	100.41	2.37	213.55	0.022
Pipe P36	4.54	30	140	121.74	2.87	305.1	0.022
Pipe P37	25.78	75	140	578.92	2.18	63.13	0.019
Pipe P38	37.55	75	140	578.92	2.18	63.13	0.019
Pipe P39	5.73	75	140	578.92	2.18	63.13	0.019
Pipe P40	6.39	50	140	248.88	2.11	95.27	0.021
Pipe P41	4.58	50	140	330.04	2.8	160.69	0.020
Pipe P42	27.65	75	140	566.21	2.14	60.59	0.020
Pipe P43	13.84	75	140	566.21	2.14	60.59	0.020
Pipe P44	5.16	50	140	231.15	1.96	83.09	0.021
Pipe P45	4.01	50	140	335.06	2.84	165.24	0.020
Pipe P46	35	200	140	5026.63	2.67	29.09	0.016
Pipe P47	15	75	140	783.34	2.96	110.52	0.019
Pipe P48	5.48	65	140	347.43	1.75	49.23	0.021
Pipe P49	8.25	65	140	435.91	2.19	74.94	0.020
Pipe P50	7	200	140	4243.29	2.25	21.25	0.016
Pipe P51	10.76	200	140	4243.29	2.25	21.26	0.016
Pipe P52	18.23	200	140	3848.18	2.04	17.74	0.017
Pipe P53	6.48	50	140	268.25	2.28	109.46	0.021
Pipe P54	4.95	25	140	75.03	2.55	302.58	0.023
Pipe P55	22.73	200	140	3504.9	1.86	14.92	0.017
Pipe P56	9.61	200	140	3504.9	1.86	14.92	0.017

Tabel 29. Data hidraulik alternatif pertama

Network Table - Links							
Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow (l/min)	Velocity (m/s)	Unit Headloss	Friction Factor
Pipe P56	9.61	200	140	3504.9	1.86	14.92	0.017
Pipe P57	34.01	75	140	628.3	2.37	73.46	0.019
Pipe P58	4.3	50	140	335.06	2.84	165.24	0.020
Pipe P59	4.43	50	140	293.24	2.49	129.09	0.020
Pipe P60	44.41	65	140	395.11	1.98	62.47	0.020
Pipe P63	19.19	65	140	395.11	1.98	62.47	0.020
Pipe P64	5.48	13	140	14.41	1.81	344.43	0.027
Pipe P65	6.43	65	140	380.7	1.91	58.32	0.020
Pipe P66	14.01	75	140	586.99	2.21	64.77	0.019
Pipe P67	4.7	40	140	175.69	2.33	148.22	0.021
Pipe P68	3.77	65	140	411.3	2.07	67.3	0.020
Pipe P71	9.94	50	140	260.48	2.21	103.66	0.021
Pipe P72	4.83	40	140	131.96	1.75	87.24	0.022
Pipe P73	5.08	40	140	128.52	1.7	83.07	0.022
Pipe P74	24.3	150	140	2029.13	1.91	22.01	0.018
Pipe P75	36.99	100	140	808.07	1.71	28.83	0.019
Pipe P76	4.54	75	140	514.83	1.94	50.8	0.020
Pipe P77	5.3	50	140	293.24	2.49	129.09	0.020
Pipe P78	22.86	100	140	1221.06	2.59	61.93	0.018
Pipe P79	16.81	65	140	361.92	1.82	53.1	0.021
Pipe P80	4.62	40	140	157.42	2.09	120.95	0.022
Pipe P81	4.3	50	140	204.5	1.74	66.22	0.022
Pipe P82	52.06	100	140	859.14	1.82	32.3	0.019
Pipe P83	11.09	50	140	237.68	2.02	87.48	0.021
Pipe P84	4.29	40	140	174.46	2.31	146.31	0.021
Pipe P85	4.62	25	140	63.22	2.15	220.34	0.023
Pipe P86	6.86	75	140	621.46	2.34	71.99	0.019
Pipe P87	14.01	50	140	213.32	1.81	71.61	0.021
Pipe P88	4.12	40	140	148.1	1.96	108.02	0.022
Pipe P89	3.72	25	140	65.22	2.21	233.42	0.023
Pipe P90	15.26	65	140	408.14	2.05	66.34	0.020
Pipe P91	7.33	50	140	268.63	2.28	109.75	0.021
Pipe P92	11.4	75	140	605.22	2.28	68.54	0.019
Pipe P93	5.29	50	140	240.97	2.05	89.74	0.021
Pipe P94	6.81	65	140	364.25	1.83	53.74	0.020
Pipe P95	8.66	75	140	495.95	1.87	47.4	0.020
Pipe P96	6.29	65	140	364.25	1.83	53.74	0.020
Pipe P97	5.22	40	140	131.7	1.75	86.92	0.022
Pipe P98	97.34	150	140	2289.61	2.16	27.53	0.017
Pipe P1	10	150	140	2105.35	1.99	23.57	0.018
Pipe P69	12.03	25	140	80.85	2.75	347.48	0.023
Pipe P70	41.17	25	140	80.85	2.75	347.48	0.023
Pipe P99	39.42	150	140	2876.6	2.71	42.01	0.017

Pada data rancangan alternatif pertama tekanan yang dihasilkan berkisar 3.08-23.69 m dan rata-rata 12.26 m. Kecepatan yang dihasilkan berkisar diantara 1.70-2.69 m/s dan rata-rata 2.13 m/s. Hasil ini sudah cukup namun untuk velocity mendekati syarat dan kriteria yang sudah ditentukan. Membandingkan kedua hasil perancangan.

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

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (l/min)	Head (m)	Pressure (m)
Junc J8	23	0	32.74	9.74
Junc J9	23	0	32.3	9.3
Junc J10	20	0	28.5	8.5
Junc J11	21	0	32.88	11.88
Junc J12	22	0	30.68	8.68
Junc J13	23	0	31.11	8.11
Junc J14	13	0	28.9	15.9
Junc J16	23	0	30.87	7.87
Junc J17	23	0	29.45	6.45
Junc J18	15	0	29.35	14.35
Junc J19	15	0	29.1	14.1
Junc J20	17	0	28.83	11.83
Junc J21	17	0	28.4	11.4
Junc J22	16	0	27.99	11.99
Junc J23	15	0	26.77	11.77
Junc J24	15	0	24.4	9.4
Junc J25	16	0	24.04	8.04
Junc J26	23	0	32.92	9.92
Junc J27	25	0	31.9	6.9
Junc J28	20	0	30.24	10.24
Junc J29	23	0	31.75	8.75
Junc J30	12	0	31.52	19.52
Junc J31	23	0	31.2	8.2
Junc J32	24	0	30.86	6.86
Junc J33	24	0	30.72	6.72
Junc J34	23	0	28.22	5.22
Junc J35	16	0	27.68	11.68
Junc J36	15	0	26.84	11.84
Junc J37	12	0	28.75	16.75
Junc J38	12	0	27.55	15.55
Junc J40	13	0	29.06	16.06
Junc J41	24	0	28.15	4.15

Tabel 31. . Data hasil elevasi, *base demand*, *head* dan *pressure* alternatif kedua

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (l/min)	Head (m)	Pressure (m)
Junc J43	17	0	25.35	8.35
Junc J44	19	0	25.85	6.85
Junc J45	19	0	24.78	5.78
Junc J46	20	0	24.43	4.43
Junc J47	19	0	23.54	4.54
Junc J48	15	0	22.75	7.75
Junc J49	15	0	22.25	7.25
Junc J50	15	0	21.25	6.25
Junc J51	15	408.14	21.24	6.24
Junc J52	15	0	21.78	6.78
Junc J54	10	0	14.4	4.4
Junc J55	10	57.2	13.72	3.72
Junc J56	10	23.65	13.46	3.46
Junc J57	25	301.14	32.37	7.37
Junc J58	25	442.79	32.49	7.49
Junc J59	23	75.99	29.58	6.58
Junc J60	24	217.89	30.45	6.45
Junc J63	23	238.29	29.11	6.11
Junc J64	23	231.15	28.36	5.36
Junc J67	15	100.41	27.23	12.23
Junc J68	15	121.74	26.61	11.61
Junc J69	15	248.88	23.43	8.43
Junc J70	15	330.04	23.31	8.31
Junc J71	24	347.43	29.97	5.97
Junc J72	20	435.91	29.62	9.62
Junc J73	24	268.25	30.49	6.49
Junc J74	22	75.03	29.7	7.7
Junc J75	23	335.06	27.51	4.51
Junc J76	23	293.24	27.65	4.65
Junc J77	13	380.7	27.17	14.17
Junc J78	12	14.41	25.66	13.66
Junc J79	23	175.69	27.46	4.46
Junc J80	23	411.3	27.9	4.9
Junc J81	17	131.96	24.93	7.93
Junc J82	17	128.52	24.93	7.93
Junc J83	16	335.06	26.18	10.18
Junc J84	16	231.15	26.41	10.41
Junc J85	16	174.46	21.15	5.15
Junc J86	15	63.22	20.76	5.76
Junc J87	15	65.22	20.38	5.38
Junc J88	15	148.1	20.81	5.81
Junc J89	19	157.42	22.98	3.98
Junc J90	19	204.5	23.25	4.25
Junc J91	19	293.24	24.09	5.09
Junc J92	20	514.83	24.55	4.55
Junc J94	15	268.63	28.29	13.29
Junc J95	20	0	27.72	7.72
Junc J96	20	364.25	27.36	7.36
Junc J97	20	240.97	27.25	7.25
Junc J98	15	0	28.49	13.49
Junc J99	15	364.25	28.15	13.15
Junc J100	15	131.7	28.04	13.04
Junc J39	21	0	28.7	7.7

Tabel 32. Data hidraulik alternatif kedua

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow (LPM)	Velocity (m/s)	Unit Headloss	Friction Factor
Pipe P4	3.68	25	140	57.2	1.94	183.07	0.024
Pipe P5	2.97	16	140	23.65	1.96	313.58	0.026
Pipe P10	3.74	50	140	301.14	2.56	135.6	0.02
Pipe P11	5.07	65	140	442.79	2.22	77.15	0.02
Pipe P13	11.85	200	140	3500.4	1.86	14.88	0.017
Pipe P14	15.93	50	140	293.88	2.49	129.61	0.02
Pipe P15	3.55	25	140	75.99	2.58	309.79	0.023
Pipe P16	3.04	50	140	217.89	1.85	74.47	0.021
Pipe P17	34.84	200	140	3206.5	1.7	12.65	0.017
Pipe P18	55.38	75	140	605.22	2.28	68.54	0.019
Pipe P21	34.15	150	140	2601.3	2.45	34.87	0.017
Pipe P22	46.59	75	140	495.95	1.87	47.4	0.02
Pipe P27	16.52	65	140	469.44	2.36	85.97	0.02
Pipe P28	4.44	40	140	231.15	3.07	246.36	0.021
Pipe P29	3.95	50	140	238.29	2.02	87.9	0.021
Pipe P30	42.39	125	140	1635.9	2.22	35.9	0.018
Pipe P31	5.28	100	140	1069.7	2.27	48.47	0.018
Pipe P32	9.32	100	140	801.07	1.7	28.37	0.019
Pipe P33	15.16	100	140	801.07	1.7	28.37	0.019
Pipe P34	5.27	50	140	222.15	1.89	77.19	0.021
Pipe P35	3.6	30	140	100.41	2.37	213.55	0.022
Pipe P36	4.54	30	140	121.74	2.87	305.1	0.022
Pipe P37	25.78	75	140	578.92	2.18	63.13	0.019
Pipe P38	37.55	75	140	578.92	2.18	63.13	0.019
Pipe P39	5.73	75	140	578.92	2.18	63.13	0.019
Pipe P40	6.39	50	140	248.88	2.11	95.27	0.021
Pipe P41	4.58	50	140	330.04	2.8	160.69	0.02
Pipe P42	27.65	75	140	566.21	2.14	60.59	0.02
Pipe P43	13.84	75	140	566.21	2.14	60.59	0.02
Pipe P44	5.16	50	140	231.15	1.96	83.08	0.021
Pipe P45	4.01	50	140	335.06	2.84	165.24	0.02
Pipe P46	35	200	140	5026.6	2.67	29.09	0.016
Pipe P47	15	75	140	783.34	2.96	110.52	0.019
Pipe P48	5.48	65	140	347.43	1.75	49.23	0.021
Pipe P49	8.25	65	140	435.91	2.19	74.94	0.02
Pipe P50	7	200	140	4243.3	2.25	21.26	0.016
Pipe P51	10.76	200	140	4243.3	2.25	21.26	0.016
Pipe P52	18.23	200	140	3848.2	2.04	17.74	0.017
Pipe P53	6.48	50	140	268.25	2.28	109.46	0.021
Pipe P54	4.95	25	140	75.03	2.55	302.58	0.023
Pipe P55	22.73	200	140	3504.9	1.86	14.92	0.017
Pipe P56	9.61	200	140	3504.9	1.86	14.92	0.017
Pipe P57	34.01	75	140	628.3	2.37	73.46	0.019
Pipe P58	4.3	50	140	335.06	2.84	165.24	0.02
Pipe P59	4.43	50	140	293.24	2.49	129.09	0.02
Pipe P60	44.41	65	140	395.11	1.98	62.47	0.02
Pipe P63	19.19	65	140	395.11	1.98	62.47	0.02
Pipe P64	5.48	13	140	14.41	1.81	344.43	0.027
Pipe P65	6.43	65	140	380.7	1.91	58.32	0.02
Pipe P66	14.01	75	140	586.99	2.21	64.77	0.019
Pipe P67	4.7	40	140	175.69	2.33	148.22	0.021
Pipe P68	3.77	65	140	411.3	2.07	67.3	0.02
Pipe P71	9.94	50	140	260.48	2.21	103.66	0.021
Pipe P72	4.83	40	140	131.96	1.75	87.24	0.022

Tabel 33. Data hidraulik alternatif kedua

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow (LPM)	Velocity (m/s)	Unit Headloss	Friction Factor
Pipe P73	5.08	40	140	128.52	1.7	83.07	0.022
Pipe P74	24.3	150	140	2029.1	1.91	22.01	0.018
Pipe P75	36.99	100	140	808.07	1.71	28.83	0.019
Pipe P76	4.54	75	140	514.83	1.94	50.8	0.02
Pipe P77	5.3	50	140	293.24	2.49	129.09	0.02
Pipe P78	22.86	100	140	1221.1	2.59	61.93	0.018
Pipe P79	16.81	65	140	361.92	1.82	53.1	0.021
Pipe P80	4.62	40	140	157.42	2.09	120.95	0.022
Pipe P81	4.3	50	140	204.5	1.74	66.22	0.022
Pipe P82	52.06	100	140	859.14	1.82	32.3	0.019
Pipe P83	11.09	50	140	237.68	2.02	87.48	0.021
Pipe P84	4.29	40	140	174.46	2.31	146.31	0.021
Pipe P85	4.62	25	140	63.22	2.15	220.34	0.023
Pipe P86	6.86	75	140	621.46	2.34	71.99	0.019
Pipe P87	14.01	50	140	213.32	1.81	71.61	0.021
Pipe P88	4.12	40	140	148.1	1.96	108.02	0.022
Pipe P89	3.72	25	140	65.22	2.21	233.42	0.023
Pipe P90	15.26	65	140	408.14	2.05	66.34	0.02
Pipe P91	7.33	50	140	268.63	2.28	109.75	0.021
Pipe P92	11.4	75	140	605.22	2.28	68.54	0.019
Pipe P93	5.29	50	140	240.97	2.05	89.74	0.021
Pipe P94	6.81	65	140	364.25	1.83	53.74	0.02
Pipe P95	8.66	75	140	495.95	1.87	47.4	0.02
Pipe P96	6.29	65	140	364.25	1.83	53.74	0.02
Pipe P97	5.22	40	140	131.7	1.75	86.92	0.022
Pipe P98	97.34	150	140	2289.6	2.16	27.53	0.017
Pipe P1	10	150	140	2105.4	1.99	23.57	0.018
Pipe P69	12.03	25	140	80.85	2.75	347.48	0.023
Pipe P70	41.17	25	140	80.85	2.75	347.48	0.023
Pipe P99	39.42	150	140	2876.6	2.71	42.01	0.017
Pipe P3	7.66	300	140	8527	2.01	10.74	0.016
Pipe P6	20.31	100	140	824.78	1.75	29.95	0.019

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

A. Membandingkan kedua hasil perancangan

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

Tabel 34. Perbandingan biaya pembangunan dan material kedua alternatif

Perbandingan Kedua Alternatif													
Alternatif 1							Alternatif 2						
Biaya Investasi Alat		Biaya Operasional					Biaya Investasi Alat		Biaya Operasional				
Komponen	Nilai	Komponen	Harga	Liter	Jam	Biaya (Rp/jam)	Komponen	Nilai	Komponen	Harga	Liter	Jam	Biaya (Rp/jam)
Pompa EBARA 150x125 FSHA 4KA545	Rp 24.550.800,00	Solar	Rp 6.800,00	13	-	Rp 88.400,00	Pompa EBARA 4LA90 250x200	Rp 130.000.000,00	Solar	Rp 6.800,00	17,9	-	Rp 121.720,00
Genset Silent 65 kVA	Rp 72.550.000,00	Oil mesin	Rp 60.000,00	12	100	Rp 7.200,00	Genset Perkins 165 kVA	Rp 255.000.000,00	Oil mesin	Rp 50.000,00	4	100	Rp 2.000,00
Total Investasi Alat	Rp 97.100.800,00	Perawatan berkala	Rp 875.000,00	-	100	Rp 8.750,00	Total Investasi Alat	Rp 385.000.000,00	Perawatan berkala	Rp 500.000,00	-	200	Rp 2.500,00
-	-	Pemusatan alat	Rp 75.000.000,00	-	10000	Rp 7.500,00	-	-	Pemusatan alat	Rp 16.455.961,00	-	10000	Rp 1.645,00
-	-	Biaya operasional	Rp 1.486.912,44	219	100	Rp 88.400,00	-	-	Biaya operasional	Rp 1.956.821,00	48	48	Rp 1.622,00
-	-	Total biaya operasional per jam	-	-	-	Rp 200.250,00	-	-	Total biaya operasional per jam	-	-	-	Rp 129.487,00
Total Biaya Investasi Alat	Rp 97.100.800,00	Total biaya operasional				Rp 200.250,00	Total Biaya Investasi Alat	Rp 385.000.000,00	Total biaya operasional per jam				Rp 129.487,00

Tabel 35. Perbandingan pressure dan velocity kedua alternatif

No.	Desain alternatif 1		Desain alternatif 2	
	Pressure (m)	Velocity (m/s)	Pressure (m)	Velocity (m/s)
1	13.17	1.94	9.74	1.94
2	13.91	1.96	9.3	1.96
3	13.47	1.75	8.5	2.56
4	12.68	1.14	11.88	2.22
5	15.56	2.22	8.68	1.86
6	12.85	2.01	8.11	2.49
7	12.28	1.86	15.9	2.58
8	20.07	2.49	7.87	1.85
9	12.04	2.58	6.45	1.7
10	10.62	1.85	14.35	2.28
11	18.52	1.7	14.1	2.45
12	18.27	2.28	11.83	1.87
13	16	2.45	11.4	2.36
14	15.57	1.87	11.99	3.07
15	16.17	2.36	11.77	2.02
16	15.94	1.96	9.4	2.22
17	13.57	2.02	8.04	2.27
18	12.21	2.22	9.92	1.7
19	14.09	2.27	6.9	1.7
20	11.07	1.7	10.24	1.89
21	14.41	1.7	8.75	2.37
22	12.92	1.89	19.52	2.87
23	23.69	2.37	8.2	2.18
24	12.37	2.87	6.86	2.18
25	11.03	2.18	6.72	2.18
26	10.89	2.18	5.22	2.11
27	9.39	2.18	11.68	2.8
28	15.85	2.11	11.84	2.14
29	16.01	2.8	16.75	2.14
30	20.92	2.14	15.55	1.96
31	19.72	2.14	16.06	2.84
32	20.23	1.96	4.15	2.67
33	8.32	2.84	3.38	2.96
34	7.55	2.67	8.35	1.75
35	5.52	2.96	6.85	2.19
36	11.02	1.75	5.78	2.25
37	9.95	2.19	4.43	2.25
38	8.6	2.25	4.54	2.04
39	4.71	2.25	7.75	2.28
40	11.92	2.04	7.25	2.55
41	11.43	2.28	6.25	1.86
42	10.42	2.55	6.24	1.86
43	10.41	1.86	6.78	2.37

Tabel 36. Perbandingan pressure dan velocity kedua alternatif

No.	Desain alternatif 1		Desain alternatif 2	
	Pressure (m)	Velocity (m/s)	Pressure (m)	Velocity (m/s)
1	10.95	1.86	4.4	2.84
2	3.08	2.37	3.72	2.49
3	7.41	2.84	3.46	1.98
4	7.15	2.49	7.37	1.98
5	11.49	1.98	7.49	1.81
6	11.17	1.98	6.58	1.91
7	10.75	1.81	6.45	2.21
8	10.62	1.91	6.11	2.33
9	10.28	2.21	5.36	2.07
10	10.26	2.33	12.23	2.21
11	16.4	2.07	11.61	1.75
12	15.78	2.21	8.43	1.7
13	12.6	1.75	8.31	1.91
14	12.48	1.7	5.97	1.71
15	10.14	1.91	9.62	1.94
16	13.79	1.71	6.49	2.49
17	10.66	1.94	7.7	2.59
18	11.87	2.49	4.51	1.82
19	8.68	2.59	4.65	2.09
20	8.82	1.82	14.17	1.74
21	18.34	2.09	13.66	1.82
22	17.83	1.74	4.46	2.02
23	8.63	1.82	4.9	2.31
24	9.07	2.02	7.93	2.15
25	6.1	2.31	7.93	2.34
26	6.1	2.15	10.18	1.81
27	14.35	2.34	10.41	1.96
28	14.58	1.81	5.15	2.21
29	9.32	1.96	5.76	2.05
30	9.93	2.21	5.38	2.28
31	9.55	2.05	5.81	2.28
32	9.98	2.28	3.98	2.05
33	8.15	2.28	4.25	1.83
34	4.42	2.05	5.09	1.87
35	9.27	1.83	4.55	1.83
36	5.72	1.87	13.29	1.75
37	17.46	1.83	7.72	2.16
38	11.89	1.75	7.36	1.99
39	11.53	2.16	7.25	2.75
40	11.42	1.99	13.49	2.75
41	17.66	2.75	13.15	2.71
42	17.32	2.75	13.04	2.01
43	17.21	2.71	7.7	1.75
44	11.38	-	-	-

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

B. Perbandingan EPANET 2.2 dan analitik

Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui hasil kedua alternatif yang di dapat pada software EPANET 2.2 dan di analitik. Tujuan membandingkan hasil ini adalah untuk

mengetahui apakah hasilnya sama atau beda. Adapaun rumus-rumus yang digunakan sebagai berikut:

Persamaan f Colebrook:

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

Keterangan:

e = Kekasaran realatif pipa (m)

D = Diameter dalam pipa (m)

Re = Bilangan Reynolds

f = Koefisien gesekan Darcy-Weisbach

Persamaan Reynolds:

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

Keterangan:

Re = Bilangan Reynolds

ρ = Massa jenis air (kg/m³)

v = Kecepatan aliran (m/s)

D = Diameter dalam pipa (m)

μ = Viskositas (pa.s)

Rumus kecepatan:

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

Keterangan:

v = Kecepatan aliran (m/s)

Q = Debit aliran (m³/s)

A = Luas penampang (m²)

Persamaan Hazen-Wiliams:

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

Keterangan:

Hf = Kehilangan energi akibat gesekan (m)

l = Panjang pipa (m)

Q = Debit aliran (m³/s)

D = Diameter dalam pipa (m)

C = Koefisien Hazen-Wiliams

Persamaan Darcy-Weisbach:

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

Keterangan:

Hf = Kehilangan energi akibat gesekan (m)

f = Koefisien gesekan Darcy-Weisbach

L = Panjang pipa (m)

v = kecepatan aliran (m/s)

D = Diameter (m)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Persamaan energi:

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

Keterangan:

P_1, P_2 = Tekanan (Pa)

γ_1, γ_2 = Berat jenis fluida (N/m²)

z_1, z_2 = Elevasi (m)

v_1, v_2 = Kecepatan aliran (m/s)

HP = Head yang ditambah oleh pompa (m)

H_f = Kehilangan energi akibat gesekan (m)

Rumus Velocity head:

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

Keterangan:

Velocity head = Energi karena kecepatan fluida (m)

v_2 = Kecepatan aliran (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Rumus sederhana persamaan Bernoulli:

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

Keterangan:

P_2 = Tekanan head (m)

γ = Berat jenis fluida (N/m³)

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

z_2 = Elevasi Junction (m)

Rumus headloss lokal:

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

Keterangan:

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

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

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

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Rumus TDH (Total dynamic head):

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

TDH = Total dynamic head (m)

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

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

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

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

Node ID	Head m	Pressure m
Junc J7	37.17	13.17
Junc J8	36.91	13.91
Junc J9	36.47	13.47
Junc J10	32.68	12.68
Junc J11	36.56	15.56
Junc J12	34.85	12.85
Junc J13	35.28	12.28
Junc J14	33.07	20.07
Junc J16	35.04	12.04
Junc J17	33.62	10.62
Junc J18	33.52	18.52
Junc J19	33.27	18.27
Junc J20	33.00	16.00
Junc J21	32.57	15.57
Junc J22	32.17	16.17
Junc J23	30.94	15.94
Junc J24	28.57	13.57
Junc J25	28.21	12.21
Junc J26	37.09	14.09
Junc J27	36.07	11.07
Junc J28	34.41	14.41
Junc J29	35.92	12.92
Junc J30	35.69	23.69
Junc J31	35.37	12.37
Junc J32	35.03	11.03
Junc J33	34.89	10.89
Junc J34	32.39	9.39
Junc J35	31.85	15.85
Junc J36	31.01	16.01
Junc J37	32.92	20.92
Junc J38	31.72	19.72
Junc J40	33.23	20.23
Junc J41	32.32	8.32
Junc J42	30.55	7.55

Gambar 46. Data hasil node ID J7-J42 alternatif pertama

Network Table - Nodes		
Node ID	Head m	Pressure m
Junc J43	29.52	5.52
Junc J44	30.02	11.02
Junc J45	28.95	9.95
Junc J46	28.60	8.60
Junc J47	27.71	4.71
Junc J48	26.92	11.92
Junc J49	26.43	11.43
Junc J50	25.42	10.42
Junc J51	25.41	10.41
Junc J52	25.95	10.95
Junc J54	18.08	3.08
Junc J55	17.41	7.41
Junc J56	17.15	7.15
Junc J57	36.49	11.49
Junc J58	36.17	11.17
Junc J59	33.75	10.75
Junc J60	34.62	10.62
Junc J63	33.28	10.28
Junc J64	33.26	10.26
Junc J67	31.40	16.40
Junc J68	30.78	15.78
Junc J69	27.60	12.60
Junc J70	27.48	12.48
Junc J71	34.14	10.14
Junc J72	33.79	13.79
Junc J73	34.66	10.66
Junc J74	33.87	11.87
Junc J75	31.68	8.68
Junc J76	31.82	8.82
Junc J77	31.34	18.34
Junc J78	29.83	17.83
Junc J79	31.63	8.63
Junc J80	32.07	9.07
Junc J81	29.10	6.10

Gambar 47. Data hasil node ID J43-J81 alternatif pertama

Network Table - Nodes		
Node ID	Head m	Pressure m
Junc J81	29.10	6.10
Junc J82	29.10	6.10
Junc J83	30.35	14.35
Junc J84	30.58	14.58
Junc J85	25.32	9.32
Junc J86	24.93	9.93
Junc J87	24.55	9.55
Junc J88	24.98	9.98
Junc J89	27.15	8.15
Junc J90	27.42	4.42
Junc J91	28.27	9.27
Junc J92	28.72	5.72
Junc J94	32.46	17.46
Junc J95	31.89	11.89
Junc J96	31.53	11.53
Junc J97	31.42	11.42
Junc J98	32.66	17.66
Junc J99	32.32	17.32
Junc J100	32.21	17.21
Junc J39	32.38	11.38

Gambar 48. Data hasil node ID J81-J39 alternatif pertama

Pada gambar di bawah ini terdapat perbandingan perhitungan EPANET 2.2 dan analitik. Contohnya pada perhitungan pada pipa. Data kecepatan yang dihasilkan 1.94 m/s. Sedangkan hasil perhitungan faktor gesekan untuk analitik 0.026 sedangkan dari EPANET 2.2, 0.024.

DIKETAHUI PIPA LURUS			PIPA-4		
Diameter	25 mm				
	0.025 m				
panjang	3.68 m				
material	pvc				
kekasaran permukaan	0.046 mm				
koef kekasaran	140				
DIKETAHUI DEBIT					
debit	57.2 lpm				
	0.000953 m ³ /s				
DIHITUNG					
masa jenis air	998 kg/m ³		f kiri		6.254270
viskositas	0.000769 pa.s		f kanan		6.254021
			delta f		0.000248
luas penampang pipa	0.000491 m ²		faktor gesekan		0.026
kecepatan	1.94 m/s		head loss(DW)		0.72
reynold	63011		head loss(HW)		0.64
e/d	1.8 0.00184				

Gambar 49. Perbandingan analitik dan faktor gesekan alternatif pertama

Network Table - Links					
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe P4	3.68	25	57.20	1.94	0.024
Pipe P5	2.97	16	23.65	1.96	0.026
Pipe P9	20.12	100	824.78	1.75	0.019
Pipe P10	3.74	75	301.14	1.14	0.021
Pipe P11	5.07	65	442.79	2.22	0.020
Pipe P12	7.37	300	8527.03	2.01	0.016
Pipe P13	11.85	200	3500.40	1.86	0.017
Pipe P14	15.93	50	293.88	2.49	0.020
Pipe P15	3.55	25	75.99	2.58	0.023
Pipe P16	3.04	50	217.89	1.85	0.021
Pipe P17	34.84	200	3206.52	1.70	0.017
Pipe P18	55.38	75	605.22	2.28	0.019
Pipe P21	34.15	150	2601.30	2.45	0.017
Pipe P22	46.59	75	495.95	1.87	0.020
Pipe P27	16.52	65	469.44	2.36	0.020
Pipe P28	4.44	50	231.15	1.96	0.021
Pipe P29	3.95	50	238.29	2.02	0.021
Pipe P30	42.39	125	1635.91	2.22	0.018
Pipe P31	5.28	100	1069.70	2.27	0.018
Pipe P32	9.32	100	801.07	1.70	0.019
Pipe P33	15.16	100	801.07	1.70	0.019
Pipe P34	5.27	50	222.15	1.89	0.021
Pipe P35	3.60	30	100.41	2.37	0.022
Pipe P36	4.54	30	121.74	2.87	0.022
Pipe P37	25.78	75	578.92	2.18	0.019
Pipe P38	37.55	75	578.92	2.18	0.019
Pipe P39	5.73	75	578.92	2.18	0.019
Pipe P40	6.39	50	248.88	2.11	0.021
Pipe P41	4.58	50	330.04	2.80	0.020
Pipe P42	27.65	75	566.21	2.14	0.020
Pipe P43	13.84	75	566.21	2.14	0.020
Pipe P44	5.16	50	231.15	1.96	0.021
Pipe P45	4.01	50	335.06	2.84	0.020
Pipe P46	35	200	5026.63	2.67	0.016

Gambar 50. Data hasil link ID P4-P45 alternatif pertama

Network Table - Links					
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe P46	35	200	5026.63	2.67	0.016
Pipe P47	15	75	783.34	2.96	0.019
Pipe P48	5.48	65	347.43	1.75	0.021
Pipe P49	8.25	65	435.91	2.19	0.020
Pipe P50	7	200	4243.29	2.25	0.016
Pipe P51	10.76	200	4243.29	2.25	0.016
Pipe P52	18.23	200	3848.18	2.04	0.017
Pipe P53	6.48	50	268.25	2.28	0.021
Pipe P54	4.95	25	75.03	2.55	0.023
Pipe P55	22.73	200	3504.90	1.86	0.017
Pipe P56	9.61	200	3504.90	1.86	0.017
Pipe P57	34.01	75	628.30	2.37	0.019
Pipe P58	4.30	50	335.06	2.84	0.020
Pipe P59	4.43	50	293.24	2.49	0.020
Pipe P60	44.41	65	395.11	1.98	0.020
Pipe P63	19.19	65	395.11	1.98	0.020
Pipe P64	5.48	13	14.41	1.81	0.027
Pipe P65	6.43	65	380.70	1.91	0.020
Pipe P66	14.01	75	586.99	2.21	0.019
Pipe P67	4.70	40	175.69	2.33	0.021
Pipe P68	3.77	65	411.30	2.07	0.020
Pipe P71	9.94	50	260.48	2.21	0.021
Pipe P72	4.83	40	131.96	1.75	0.022
Pipe P73	5.08	40	128.52	1.70	0.022
Pipe P74	24.30	150	2029.13	1.91	0.018
Pipe P75	36.99	100	808.07	1.71	0.019
Pipe P76	4.54	75	514.83	1.94	0.020
Pipe P77	5.30	50	293.24	2.49	0.020
Pipe P78	22.86	100	1221.06	2.59	0.018
Pipe P79	16.81	65	361.92	1.82	0.021
Pipe P80	4.62	40	157.42	2.09	0.022
Pipe P81	4.30	50	204.50	1.74	0.022
Pipe P82	52.06	100	859.14	1.82	0.019
Pipe P83	11.09	50	237.68	2.02	0.021

Gambar 51. Data hasil link ID P46-P83 alternatif pertama

Network Table - Links					
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe P84	4.29	40	174.46	2.31	0.021
Pipe P85	4.62	25	63.22	2.15	0.023
Pipe P86	6.86	75	621.46	2.34	0.019
Pipe P87	14.01	50	213.32	1.81	0.021
Pipe P88	4.12	40	148.10	1.96	0.022
Pipe P89	3.72	25	65.22	2.21	0.023
Pipe P90	15.26	65	408.14	2.05	0.020
Pipe P91	7.33	50	268.63	2.28	0.021
Pipe P92	11.40	75	605.22	2.28	0.019
Pipe P93	5.29	50	240.97	2.05	0.021
Pipe P94	6.81	65	364.25	1.83	0.020
Pipe P95	8.66	75	495.95	1.87	0.020
Pipe P96	6.29	65	364.25	1.83	0.020
Pipe P97	5.22	40	131.70	1.75	0.022
Pipe P98	97.34	150	2289.61	2.16	0.017
Pipe P1	10	150	2105.35	1.99	0.018
Pipe P69	12.03	25	80.85	2.75	0.023
Pipe P70	41.17	25	80.85	2.75	0.023
Pipe P99	39.42	150	2876.60	2.71	0.017

Gambar 52. Data hasil link ID P84-P99 alternatif pertama

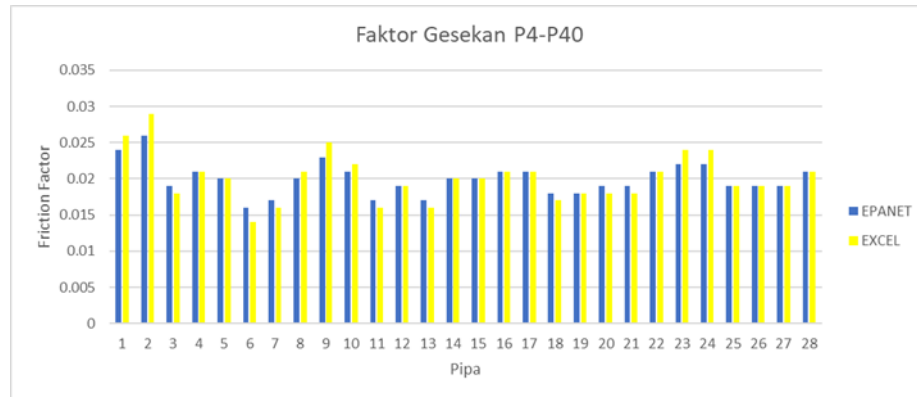
Tabel 37. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta tekanan alternatif pertama

NODE ID	LINK ID	DIAMETER (mm)	PANJAN G (m)	FAKTOR GESEKAN		KECEPATAN (m/s)		TEKANAN (m)	
				EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL
Junc J7	P4	25	3.68	0.024	0.026	1.94	1.94	13.17	13.17
Junc J8	P5	16	2.97	0.026	0.029	1.96	1.96	13.91	13.71
Junc J9	P9	100	20.12	0.019	0.018	1.75	1.75	13.47	13.27
Junc J10	P10	75	3.74	0.021	0.021	1.14	1.14	12.68	12.50
Junc J11	P11	65	5.07	0.020	0.020	2.22	2.22	15.56	15.44
Junc J12	P12	300	7.37	0.016	0.014	2.01	2.01	12.85	12.62
Junc J13	P13	200	11.85	0.017	0.016	1.86	1.86	12.28	12.08
Junc J14	P14	50	15.93	0.020	0.021	2.49	2.49	20.07	19.88
Junc J16	P15	25	3.55	0.023	0.025	2.58	2.58	12.04	11.79
Junc J17	P16	50	3.04	0.021	0.022	1.85	1.85	10.62	10.36
Junc J18	P17	200	34.84	0.017	0.016	1.70	1.70	18.52	18.33
Junc J19	P18	75	55.38	0.019	0.019	2.28	2.28	18.27	18.10
Junc J20	P21	150	34.15	0.017	0.016	2.45	2.45	16	15.77
Junc J21	P22	75	46.59	0.020	0.020	1.87	1.87	15.57	15.32
Junc J22	P27	65	16.52	0.020	0.020	2.36	2.36	16.17	15.98
Junc J23	P28	50	4.44	0.021	0.021	1.96	1.96	15.94	15.70
Junc J24	P29	50	3.95	0.021	0.021	2.02	2.02	13.57	13.37
Junc J25	P30	125	42.39	0.018	0.017	2.22	2.22	12.21	12.00
Junc J26	P31	100	5.28	0.018	0.018	2.27	2.27	14.09	13.86
Junc J27	P32	100	9.32	0.019	0.018	1.70	1.70	11.07	10.84
Junc J28	P33	100	15.16	0.019	0.018	1.70	1.70	14.41	14.24
Junc J29	P34	50	5.27	0.021	0.021	1.89	1.89	12.92	12.75
Junc J30	P35	30	3.6	0.022	0.024	2.37	2.37	23.69	23.50
Junc J31	P36	30	4.54	0.022	0.024	2.87	2.87	12.37	12.13
Junc J32	P37	75	25.78	0.019	0.019	2.18	2.18	11.03	10.74
Junc J33	P38	75	37.55	0.019	0.019	2.18	2.18	10.89	10.67
Junc J34	P39	75	5.73	0.019	0.019	2.18	2.18	9.39	9.17
Junc J35	P40	50	6.39	0.021	0.021	2.11	2.11	15.85	15.63
Junc J36	P41	50	4.58	0.020	0.021	2.80	2.80	16.01	15.79
Junc J37	P42	75	27.65	0.020	0.019	2.14	2.14	20.92	20.63
Junc J38	P43	75	13.84	0.020	0.019	2.14	2.14	19.72	19.50
Junc J40	P44	50	5.16	0.021	0.021	1.96	1.96	20.23	20.01
Junc J41	P45	50	4.01	0.020	0.021	2.84	2.84	8.32	8.12
Junc J42	P46	200	35	0.016	0.015	2.67	2.67	7.55	7.26
Junc J43	P47	75	15	0.019	0.019	2.96	2.96	5.52	5.25
Junc J44	P48	65	5.48	0.021	0.020	1.75	1.75	11.02	10.72
Junc J45	P49	65	8.25	0.020	0.020	2.19	2.19	9.95	9.77
Junc J46	P50	200	7	0.016	0.016	2.25	2.25	8.6	8.38
Junc J47	P51	200	10.76	0.016	0.016	2.25	2.25	4.71	4.48
Junc J48	P52	200	18.23	0.017	0.016	2.04	2.04	11.92	11.69
Junc J49	P53	50	6.48	0.021	0.021	2.28	2.28	11.43	11.22
Junc J50	P54	25	4.95	0.023	0.025	2.55	2.55	10.42	10.19
Junc J51	P55	200	22.73	0.017	0.016	1.86	1.86	10.41	10.15
Junc J52	P56	200	9.61	0.017	0.016	1.86	1.86	10.95	10.76
Junc J54	P57	75	34.01	0.019	0.019	2.37	2.37	3.08	2.89

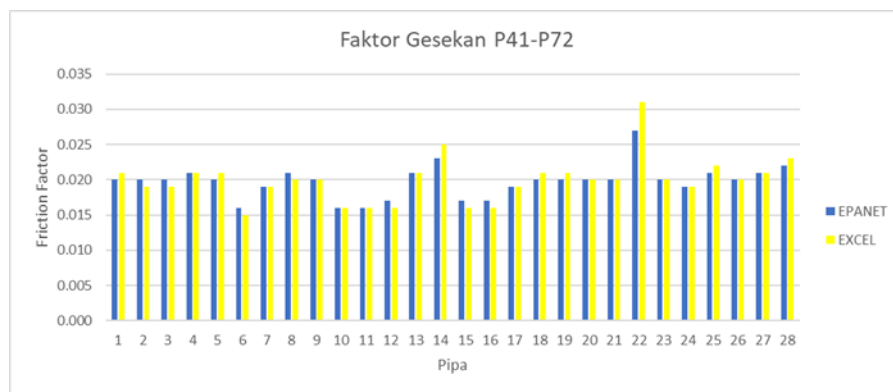
Tabel 38. Perbangan faktor gesekan dan kecepatan serta tekanan alternatif pertama

NODE ID	LINK ID	DIAMETER (mm)	PANJANG (m)	FAKTOR GESEKAN		KECEPATAN (m/s)		TEKANAN (m)	
				EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL
Junc J58	P63	65	19.19	0.020	0.020	1.98	1.98	11.17	10.97
Junc J59	P64	13	5.48	0.027	0.031	1.81	1.81	10.75	10.55
Junc J60	P65	65	6.43	0.020	0.020	1.91	1.91	10.62	10.44
Junc J63	P66	75	14.01	0.019	0.019	2.21	2.21	10.28	10.09
Junc J64	P67	40	4.7	0.021	0.022	2.33	2.33	10.26	10.03
Junc J67	P68	65	3.77	0.020	0.020	2.07	2.07	16.4	16.16
Junc J68	P71	50	9.94	0.021	0.021	2.21	2.21	15.78	15.57
Junc J69	P72	40	4.83	0.022	0.023	1.75	1.75	12.6	12.37
Junc J70	P73	40	5.08	0.022	0.023	1.70	1.70	12.48	12.30
Junc J71	P74	150	24.3	0.018	0.017	1.91	1.91	10.14	9.97
Junc J72	P75	100	36.99	0.019	0.018	1.71	1.71	13.79	13.60
Junc J73	P76	75	4.54	0.020	0.019	1.94	1.94	10.66	10.49
Junc J74	P77	50	5.3	0.020	0.021	2.49	2.49	11.87	11.67
Junc J75	P78	100	22.86	0.018	0.018	2.59	2.95	8.68	8.43
Junc J76	P79	65	16.81	0.021	0.020	1.82	1.82	8.82	8.56
Junc J77	P80	40	4.62	0.022	0.023	2.09	2.09	18.34	18.15
Junc J78	P81	50	4.3	0.022	0.022	1.74	1.74	17.83	17.62
Junc J79	P82	100	52.06	0.019	0.018	1.82	1.82	8.63	8.45
Junc J80	P83	50	11.09	0.021	0.020	2.02	2.02	9.07	8.88
Junc J81	P84	40	4.29	0.021	0.022	2.31	2.31	6.1	5.89
Junc J82	P85	25	4.62	0.023	0.025	2.15	2.15	6.1	5.86
Junc J83	P86	75	6.86	0.019	0.019	2.34	2.34	14.35	14.13
Junc J84	P87	50	14.01	0.021	0.022	1.81	1.81	14.58	14.34
Junc J85	P88	40	4.12	0.022	0.023	1.96	1.96	9.32	9.14
Junc J86	P89	25	3.72	0.023	0.025	2.21	2.21	9.93	9.73
Junc J87	P90	65	15.26	0.020	0.020	2.05	2.05	9.55	9.32
Junc J88	P91	50	7.33	0.021	0.021	2.28	2.28	9.98	9.77
Junc J89	P92	75	11.4	0.019	0.019	2.28	2.28	8.15	7.92
Junc J90	P93	50	5.29	0.021	0.021	2.05	2.05	4.42	4.19
Junc J91	P94	65	6.81	0.020	0.020	1.83	1.83	9.27	9.06
Junc J92	P95	75	8.66	0.020	0.020	1.87	1.87	5.72	5.53
Junc J94	P96	65	6.29	0.020	0.020	1.83	1.83	17.46	17.27
Junc J95	P97	40	5.22	0.022	0.023	1.75	1.75	11.89	11.70
Junc J96	P98	150	97.34	0.017	0.017	2.16	2.16	11.53	11.35
Junc J97	P1	150	10	0.018	0.017	1.99	1.99	11.42	11.20
Junc J98	P69	25	12.03	0.023	0.025	2.75	2.75	17.66	17.46
Junc J99	P70	25	41.17	0.023	0.025	2.75	2.75	17.32	17.04
Junc J100	P99	150	39.42	0.017	0.016	2.71	2.71	17.21	16.93
Junc J39	-	-	-	-	-	-	-	11.38	11.38

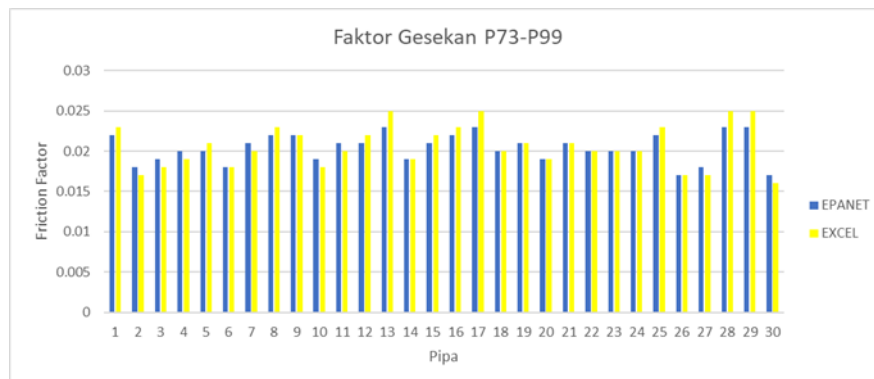
Jadi, pada tabel di atas dapat dilihat kecepatan yang didapatkan dari EPANET 2.2 dan di analitik hasilnya sama. Faktor gesekan yang didapat dari EPANET 2.2 dan di analitik memiliki selisih yaitu, (0.01-0.04) dan selisih tekanan diantara 0.17-0.29 m. Tekanan yang didapat pada EPANET 2.2 lebih tinggi dibandingkan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



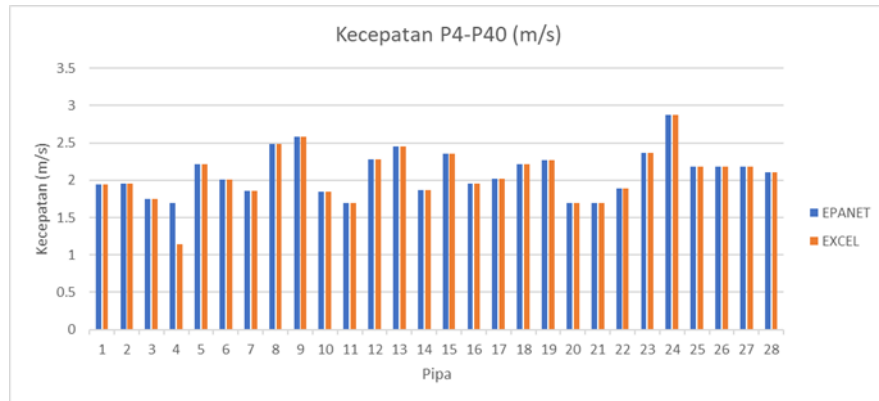
Gambar 53. Grafik perbandingan faktor gesekan P4–P40 alternatif pertama



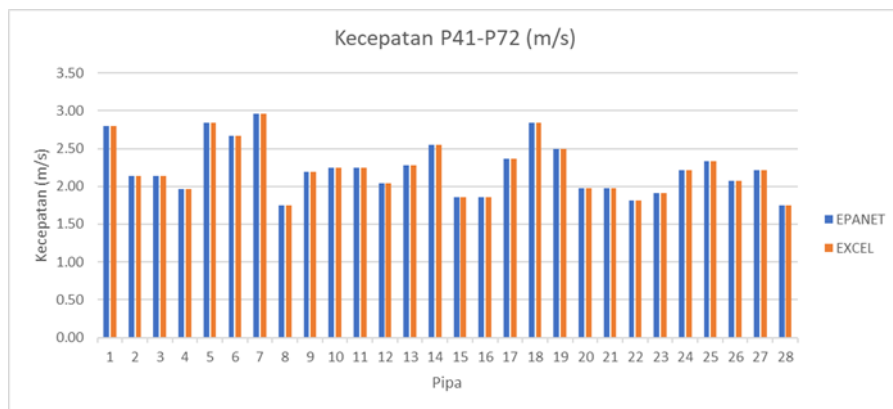
Gambar 54. Grafik perbandingan faktor gesekan P41–P72 alternatif pertama



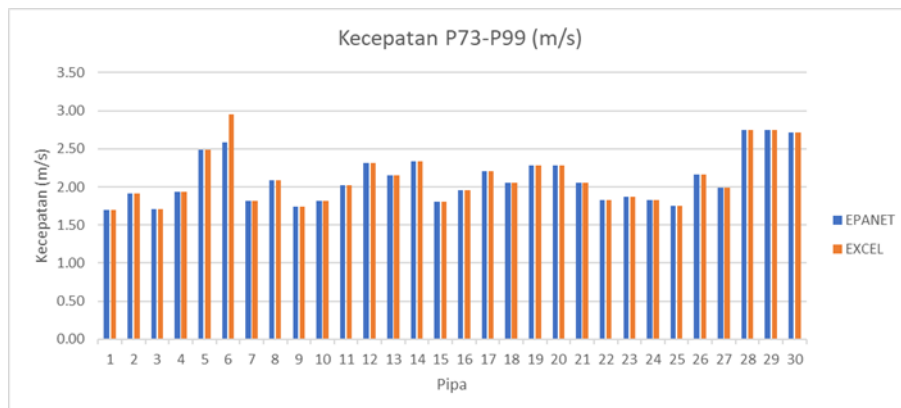
Gambar 55. Grafik perbandingan faktor gesekan P73–P99 alternatif pertama



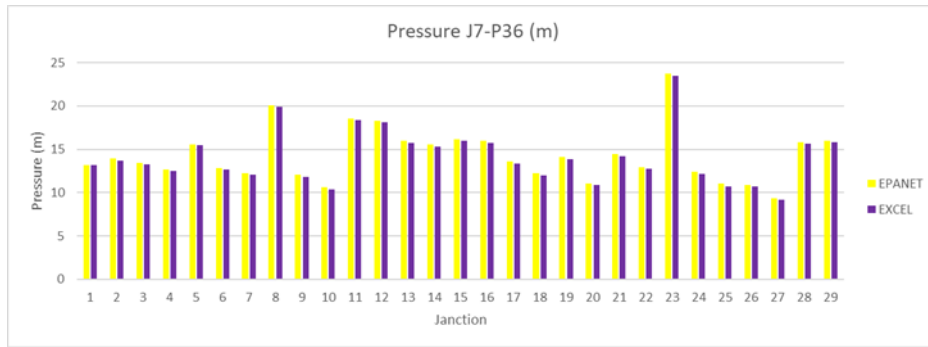
Gambar 56. Grafik perbandingan kecepatan aliran P4-P40 alternatif pertama



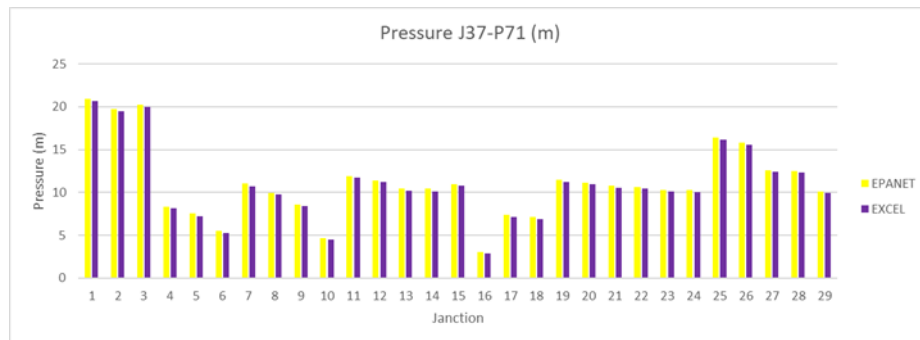
Gambar 57. Grafik perbandingan kecepatan aliran P41-P72 alternatif pertama



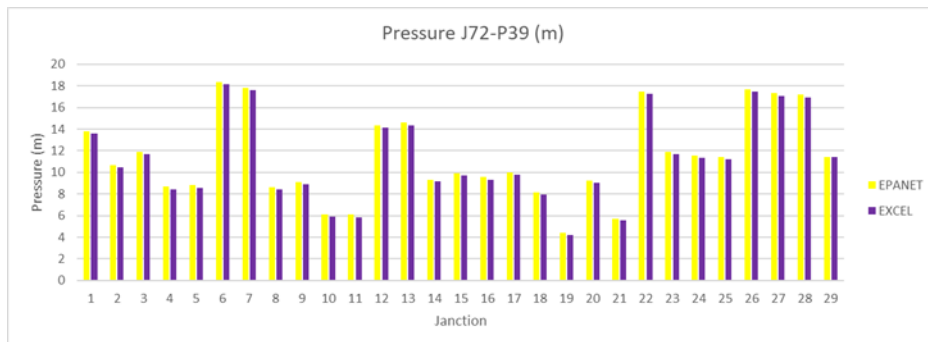
Gambar 58. Grafik perbandingan kecepatan aliran P73-P99 alternatif pertama



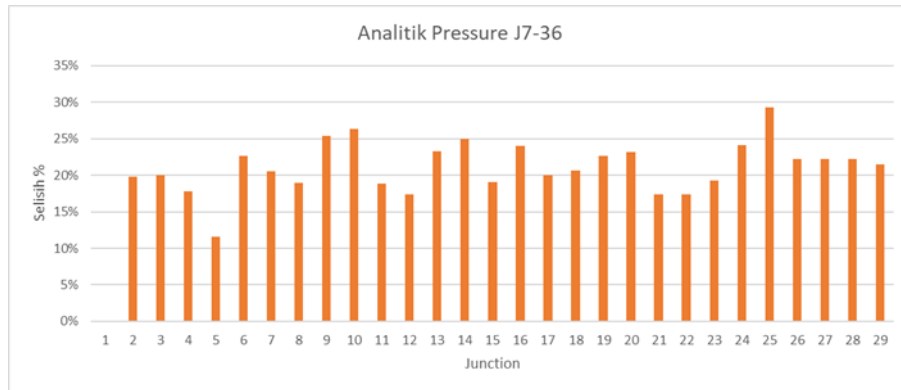
Gambar 59. Grafik perbandingan tekanan J7-J36 alternatif pertama



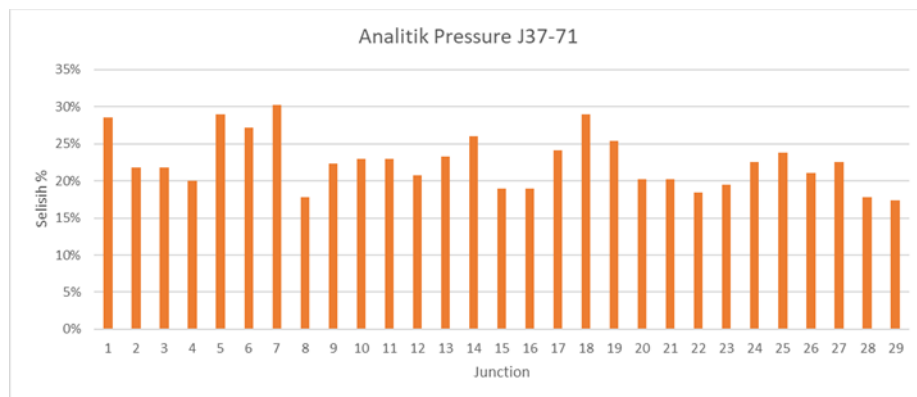
Gambar 60. Grafik perbandingan tekanan J37-J71 alternatif pertama



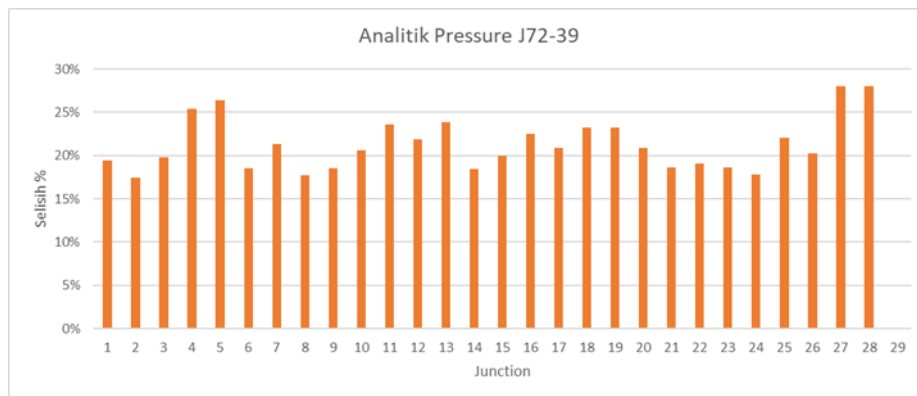
Gambar 61. Grafik perbandingan tekanan J72-J alternatif pertama



Gambar 62. Grafik selisih *pressure* J7-J36 alternatif pertama



Gambar 63. Grafik selisih *pressure* J37-J71 alternatif pertama



Gambar 64. Grafik selisih *pressure* J72-J39 alternatif pertama

Pada alternatif kedua, perbandingan hasil faktor gesekan, kecepatan, dan tekanan diperoleh dari simulasi menggunakan software EPANET 2.2 serta hasil perhitungan analitik. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian antara hasil simulasi perangkat lunak dan perhitungan manual, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai validitas data yang dihasilkan. Dengan adanya perbandingan tersebut, peneliti

dapat menilai keakuratan metode yang digunakan serta memastikan bahwa rancangan sistem yang dihasilkan telah memenuhi kriteria teknis dan dapat diimplementasikan dengan baik.

Node ID	Head m	Pressure m
Junc J8	32.74	9.74
Junc J9	32.30	9.30
Junc J10	28.50	8.50
Junc J11	32.39	11.39
Junc J12	30.68	8.68
Junc J13	31.11	8.11
Junc J14	28.90	15.90
Junc J16	30.87	7.87
Junc J17	29.45	6.45
Junc J18	29.35	14.35
Junc J19	29.10	14.10
Junc J20	28.83	11.83
Junc J21	28.40	11.40
Junc J22	27.99	11.99
Junc J23	26.77	11.77
Junc J24	24.40	9.40
Junc J25	24.04	8.04
Junc J26	32.92	9.92
Junc J27	31.90	6.90
Junc J28	30.24	10.24
Junc J29	31.75	8.75
Junc J30	31.52	19.52
Junc J31	31.20	8.20
Junc J32	30.86	6.86
Junc J33	30.72	6.72
Junc J34	28.22	5.22
Junc J35	27.68	11.68
Junc J36	26.84	11.84
Junc J37	28.75	16.75
Junc J38	27.55	15.55
Junc J40	29.06	16.06
Junc J41	28.15	4.15
Junc J42	26.38	3.38
Junc J43	25.35	8.35

Gambar 65. Data hasil node ID J8-J43 alternatif kedua

Network Table - Nodes		
Node ID	Head m	Pressure m
Junc J44	25.85	6.85
Junc J45	24.78	5.78
Junc J46	24.43	4.43
Junc J47	23.54	4.54
Junc J48	22.75	7.75
Junc J49	22.25	7.25
Junc J50	21.25	6.25
Junc J51	21.24	6.24
Junc J52	21.78	6.78
Junc J54	13.91	3.91
Junc J55	13.23	3.23
Junc J56	12.97	2.97
Junc J57	31.88	6.88
Junc J58	32.00	7.00
Junc J59	29.58	6.58
Junc J60	30.45	6.45
Junc J63	29.11	6.11
Junc J64	28.36	5.36
Junc J67	27.23	12.23
Junc J68	26.61	11.61
Junc J69	23.43	8.43
Junc J70	23.31	8.31
Junc J71	29.97	5.97
Junc J72	29.62	9.62
Junc J73	30.49	6.49
Junc J74	29.70	7.70
Junc J75	27.51	4.51
Junc J76	27.65	4.65
Junc J77	27.17	14.17
Junc J78	25.66	13.66
Junc J79	27.46	4.46
Junc J80	27.90	4.90
Junc J81	24.93	7.93
Junc J82	24.93	7.93

Gambar 66. Data hasil node ID J44-J82 alternatif kedua

Network Table - Nodes		
Node ID	Head m	Pressure m
Junc J83	26.18	10.18
Junc J84	26.41	10.41
Junc J85	21.15	5.15
Junc J86	20.76	5.76
Junc J87	20.38	5.38
Junc J88	20.81	5.81
Junc J89	22.98	3.98
Junc J90	23.25	4.25
Junc J91	24.09	5.09
Junc J92	24.55	4.55
Junc J94	28.29	13.29
Junc J95	27.72	7.72
Junc J96	27.36	7.36
Junc J97	27.25	7.25
Junc J98	28.49	13.49
Junc J99	28.15	13.15
Junc J100	28.04	13.04
Junc J39	28.21	7.21

Gambar 67. Data hasil node ID J83-J39 alternatif kedua

Pada gambar di bawah ini terdapat perbandingan perhitungan analitik dan EPANET 2.2. Contohnya pada perhitungan pipa. Hasil data kecepatan yang dihasilkan yaitu 1.94 m/s sedangkan hasil dari factor gesekan dari EPANET 2.2 0.024 dan di analitik 0.026.

DIKETAHUI PIPA LURUS		PIPA-4	
Diameter	25 mm		
	0.025 m		
panjang	3.68 m		
material	pvc		
kekasaran permukaan	0.046 mm		
koef kekasaran	140		
DIKETAHUI DEBIT			
debit	57.2 lpm		
	0.000953 m ³ /s		
DIHITUNG			
masa jenis air	998 kg/m ³	f kiri	6.254270
viskositas	0.000769 pa.s	f kanan	6.254021
		delta f	0.000248
luas penampang pi	0.000491 m ²	faktor geseka	0.026
kecepatan	1.94 m/s	head loss(DV	0.72
reynold	63011	head loss(HV	0.64
e/d	1.8 0.00184		

Gambar 68. Hasil perhitungan kecepatan dan faktor gesekan alternatif pertama

Network Table - Links					
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe P4	3.68	25	57.20	1.94	0.024
Pipe P5	2.97	16	23.65	1.96	0.026
Pipe P10	3.74	50	301.14	2.56	0.020
Pipe P11	5.07	65	442.79	2.22	0.020
Pipe P13	11.85	200	3500.40	1.86	0.017
Pipe P14	15.93	50	293.88	2.49	0.020
Pipe P15	3.55	25	75.99	2.58	0.023
Pipe P16	3.04	50	217.89	1.85	0.021
Pipe P17	34.84	200	3206.52	1.70	0.017
Pipe P18	55.38	75	605.22	2.28	0.019
Pipe P21	34.15	150	2601.30	2.45	0.017
Pipe P22	46.59	75	495.95	1.87	0.020
Pipe P27	16.52	65	469.44	2.36	0.020
Pipe P28	4.44	40	231.15	3.07	0.021
Pipe P29	3.95	50	238.29	2.02	0.021
Pipe P30	42.39	125	1635.91	2.22	0.018
Pipe P31	5.28	100	1069.70	2.27	0.018
Pipe P32	9.32	100	801.07	1.70	0.019
Pipe P33	15.16	100	801.07	1.70	0.019
Pipe P34	5.27	50	222.15	1.89	0.021
Pipe P35	3.60	30	100.41	2.37	0.022
Pipe P36	4.54	30	121.74	2.87	0.022
Pipe P37	25.78	75	578.92	2.18	0.019
Pipe P38	37.55	75	578.92	2.18	0.019
Pipe P39	5.73	75	578.92	2.18	0.019
Pipe P40	6.39	50	248.88	2.11	0.021
Pipe P41	4.58	50	330.04	2.80	0.020
Pipe P42	27.65	75	566.21	2.14	0.020
Pipe P43	13.84	75	566.21	2.14	0.020
Pipe P44	5.16	50	231.15	1.96	0.021
Pipe P45	4.01	50	335.06	2.84	0.020
Pipe P46	35	200	5026.63	2.67	0.016
Pipe P47	15	75	783.34	2.96	0.019
Pipe P48	5.48	65	347.43	1.75	0.021

Gambar 69. Data hasil link ID P4-P48 alternatif kedua

Network Table - Links					
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe P49	8.25	65	435.91	2.19	0.020
Pipe P50	7	200	4243.29	2.25	0.016
Pipe P51	10.76	200	4243.29	2.25	0.016
Pipe P52	18.23	200	3848.18	2.04	0.017
Pipe P53	6.48	50	268.25	2.28	0.021
Pipe P54	4.95	25	75.03	2.55	0.023
Pipe P55	22.73	200	3504.90	1.86	0.017
Pipe P56	9.61	200	3504.90	1.86	0.017
Pipe P57	34.01	75	628.30	2.37	0.019
Pipe P58	4.30	50	335.06	2.84	0.020
Pipe P59	4.43	50	293.24	2.49	0.020
Pipe P60	44.41	65	395.11	1.98	0.020
Pipe P63	19.19	65	395.11	1.98	0.020
Pipe P64	5.48	13	14.41	1.81	0.027
Pipe P65	6.43	65	380.70	1.91	0.020
Pipe P66	14.01	75	586.99	2.21	0.019
Pipe P67	4.70	40	175.69	2.33	0.021
Pipe P68	3.77	65	411.30	2.07	0.020
Pipe P71	9.94	50	260.48	2.21	0.021
Pipe P72	4.83	40	131.96	1.75	0.022
Pipe P73	5.08	40	128.52	1.70	0.022
Pipe P74	24.30	150	2029.13	1.91	0.018
Pipe P75	36.99	100	808.07	1.71	0.019
Pipe P76	4.54	75	514.83	1.94	0.020
Pipe P77	5.30	50	293.24	2.49	0.020
Pipe P78	22.86	100	1221.06	2.59	0.018
Pipe P79	16.81	65	361.92	1.82	0.021
Pipe P80	4.62	40	157.42	2.09	0.022
Pipe P81	4.30	50	204.50	1.74	0.022
Pipe P82	52.06	100	859.14	1.82	0.019
Pipe P83	11.09	50	237.68	2.02	0.021
Pipe P84	4.29	40	174.46	2.31	0.021
Pipe P85	4.62	25	63.22	2.15	0.023
Pipe P86	6.86	75	621.46	2.34	0.019

Gambar 70. Data hasil link ID P49-P86 alternatif kedua

Network Table - Links					
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPM	Velocity m/s	Friction Factor
Pipe P86	6.86	75	621.46	2.34	0.019
Pipe P87	14.01	50	213.32	1.81	0.021
Pipe P88	4.12	40	148.10	1.96	0.022
Pipe P89	3.72	25	65.22	2.21	0.023
Pipe P90	15.26	65	408.14	2.05	0.020
Pipe P91	7.33	50	268.63	2.28	0.021
Pipe P92	11.40	75	605.22	2.28	0.019
Pipe P93	5.29	50	240.97	2.05	0.021
Pipe P94	6.81	65	364.25	1.83	0.020
Pipe P95	8.66	75	495.95	1.87	0.020
Pipe P96	6.29	65	364.25	1.83	0.020
Pipe P97	5.22	40	131.70	1.75	0.022
Pipe P98	97.34	150	2289.61	2.16	0.017
Pipe P1	10	150	2105.35	1.99	0.018
Pipe P69	12.03	25	80.85	2.75	0.023
Pipe P70	41.17	25	80.85	2.75	0.023
Pipe P99	39.42	150	2876.60	2.71	0.017
Pipe P3	7.66	300	8527.03	2.01	0.016
Pipe P6	20.31	100	824.78	1.75	0.019

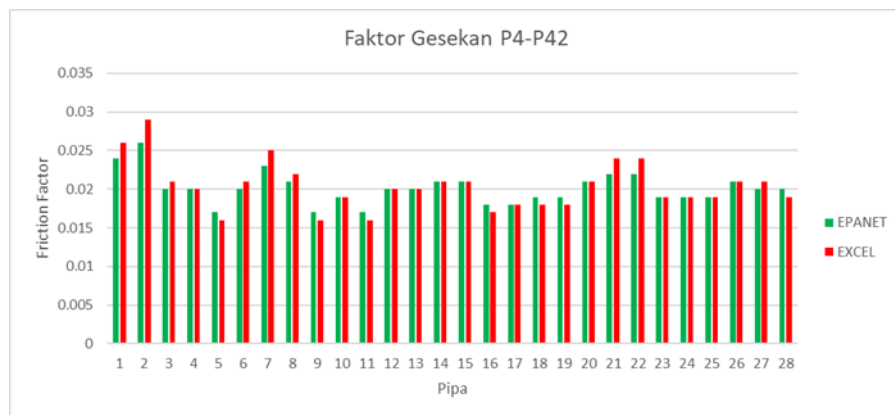
Gambar 71. Data hasil link ID P87-P6 alternatif kedua

Tabel 39. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta tekanan alternatif kedua

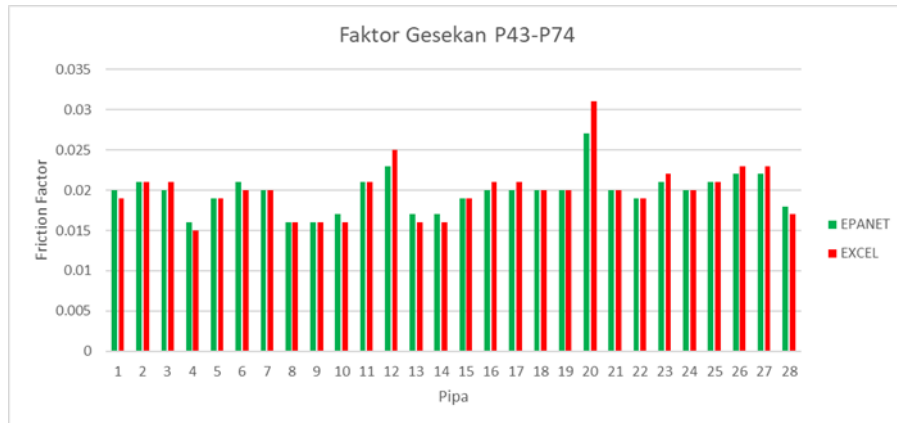
NO. PIPA	DIAMETER (mm)	PANJANG (m)	FAKTOR GESEKAN		KECEPATAN (m/s)		TEKANAN (m)	
			EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL
P4	25	3.68	0.024	0.026	1.94	1.94	9.74	9.54
P5	16	2.97	0.026	0.029	1.96	1.96	9.3	9.10
P10	50	3.74	0.02	0.021	2.56	2.56	8.5	8.24
P11	65	5.07	0.02	0.020	2.22	2.22	11.88	11.65
P13	200	11.85	0.017	0.016	1.86	1.86	8.68	8.49
P14	50	15.93	0.02	0.021	2.49	2.49	8.11	7.86
P15	25	3.55	0.023	0.025	2.58	2.58	15.9	15.64
P16	50	3.04	0.021	0.022	1.85	1.85	7.87	7.68
P17	200	34.84	0.017	0.016	1.7	1.7	6.45	6.28
P18	75	55.38	0.019	0.019	2.28	2.28	14.35	14.12
P21	150	34.15	0.017	0.016	2.45	2.45	14.1	13.85
P22	75	46.59	0.02	0.020	1.87	1.87	11.83	11.64
P27	65	16.52	0.02	0.020	2.36	2.36	11.4	11.16
P28	40	4.44	0.021	0.021	3.07	3.07	11.99	11.68
P29	50	3.95	0.021	0.021	2.02	2.02	11.77	11.56
P30	125	42.39	0.018	0.017	2.22	2.22	9.4	9.17
P31	100	5.28	0.018	0.018	2.27	2.27	8.04	7.81
P32	100	9.32	0.019	0.018	1.7	1.7	9.92	9.75
P33	100	15.16	0.019	0.018	1.7	1.7	6.9	6.73
P34	50	5.27	0.021	0.021	1.89	1.89	10.24	10.05
P35	30	3.6	0.022	0.024	2.37	2.37	8.75	8.51
P36	30	4.54	0.022	0.024	2.87	2.87	19.52	19.23
P37	75	25.78	0.019	0.019	2.18	2.18	8.2	7.98
P38	75	37.55	0.019	0.019	2.18	2.18	6.86	6.64
P39	75	5.73	0.019	0.019	2.18	2.18	6.72	6.50
P40	50	6.39	0.021	0.021	2.11	2.11	5.22	5.00
P41	50	4.58	0.02	0.021	2.8	2.8	11.68	11.39
P42	75	27.65	0.02	0.019	2.14	2.14	11.84	11.62
P43	75	13.84	0.02	0.019	2.14	2.14	16.75	16.53
P44	50	5.16	0.021	0.021	1.96	1.96	15.55	15.35
P45	50	4.01	0.02	0.021	2.84	2.84	16.06	15.77
P46	200	35	0.016	0.015	2.67	2.67	4.15	3.88
P47	75	15	0.019	0.019	2.96	2.96	3.38	3.08
P48	65	5.48	0.021	0.020	1.75	1.75	8.35	8.17
P49	65	8.25	0.02	0.020	2.19	2.19	6.85	6.63
P50	200	7	0.016	0.016	2.25	2.25	5.78	5.55
P51	200	10.76	0.016	0.016	2.25	2.25	4.43	4.20
P52	200	18.23	0.017	0.016	2.04	2.04	4.54	4.33
P53	50	6.48	0.021	0.021	2.28	2.28	7.75	7.52
P54	25	4.95	0.023	0.025	2.55	2.55	7.25	6.99
P55	200	22.73	0.017	0.016	1.86	1.86	6.25	6.06
P56	200	9.61	0.017	0.016	1.86	1.86	6.24	6.05
P57	75	34.01	0.019	0.019	2.37	2.37	6.78	6.54
P58	50	4.3	0.02	0.021	2.84	2.84	4.4	4.11
P59	50	4.43	0.02	0.021	2.49	2.49	3.72	3.47
P60	65	44.41	0.02	0.020	1.98	1.98	3.46	3.26
P63	65	19.19	0.02	0.020	1.98	1.98	7.37	7.17
P64	13	5.48	0.027	0.031	1.81	1.81	7.49	7.31
P65	65	6.43	0.02	0.020	1.91	1.91	6.58	6.39
P66	75	14.01	0.019	0.019	2.21	2.21	6.45	6.22
P67	40	4.7	0.021	0.022	2.33	2.33	6.11	5.87
P68	65	3.77	0.02	0.020	2.07	2.07	5.36	5.15
P71	50	9.94	0.021	0.021	2.21	2.21	12.23	12.00

Tabel 40. Perbandingan faktor gesekan dan kecepatan serta tekanan alteratif kedua

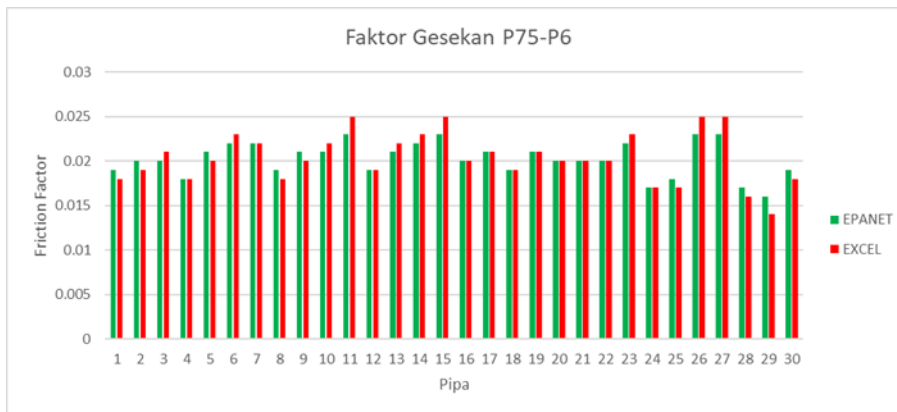
NO. PIPA	DIAMETER (mm)	PANJANG (m)	FAKTOR GESEKAN		KECEPATAN (m/s)		TEKANAN (m)	
			EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL	EPANET	EXCEL
P72	40	4.83	0.022	0.023	1.75	1.75	11.61	11.43
P73	40	5.08	0.022	0.023	1.7	1.7	8.43	8.26
P74	150	24.3	0.018	0.017	1.91	1.91	8.31	8.12
P75	100	36.99	0.019	0.018	1.71	1.71	5.97	5.80
P76	75	4.54	0.02	0.019	1.94	1.94	9.62	9.42
P77	50	5.3	0.02	0.021	2.49	2.49	6.49	6.24
P78	100	22.86	0.018	0.018	2.59	2.59	7.7	7.44
P79	65	16.81	0.021	0.020	1.82	1.82	4.51	4.32
P80	40	4.62	0.022	0.023	2.09	2.09	4.65	4.44
P81	50	4.3	0.022	0.022	1.74	1.74	14.17	13.99
P82	100	52.06	0.019	0.018	1.82	1.82	13.66	13.47
P83	50	11.09	0.021	0.020	2.02	2.02	4.46	4.25
P84	40	4.29	0.021	0.022	2.31	2.31	4.9	4.66
P85	25	4.62	0.023	0.025	2.15	2.15	7.93	7.71
P86	75	6.86	0.019	0.019	2.34	2.34	7.93	7.69
P87	50	14.01	0.021	0.022	1.81	1.81	10.18	10.00
P88	40	4.12	0.022	0.023	1.96	1.96	10.41	10.21
P89	25	3.72	0.023	0.025	2.21	2.21	5.15	4.92
P90	65	15.26	0.02	0.020	2.05	2.05	5.76	5.55
P91	50	7.33	0.021	0.021	2.28	2.28	5.38	5.15
P92	75	11.4	0.019	0.019	2.28	2.28	5.81	5.58
P93	50	5.29	0.021	0.021	2.05	2.05	3.98	3.77
P94	65	6.81	0.02	0.020	1.83	1.83	4.25	4.06
P95	75	8.66	0.02	0.020	1.87	1.87	5.09	4.90
P96	65	6.29	0.02	0.020	1.83	1.83	4.55	4.36
P97	40	5.22	0.022	0.023	1.75	1.75	13.29	13.11
P98	150	97.34	0.017	0.017	2.16	2.16	7.72	7.50
P1	150	10	0.018	0.017	1.99	1.99	7.36	7.16
P69	25	12.03	0.023	0.025	2.75	2.75	7.25	6.97
P70	25	41.17	0.023	0.025	2.75	2.75	13.49	13.21
P99	150	39.42	0.017	0.016	2.71	2.71	13.15	12.87
p3	300	7.66	0.016	0.014	2.01	2.01	13.04	12.84
P6	100	20.31	0.019	0.018	1.75	1.75	7.7	7.52



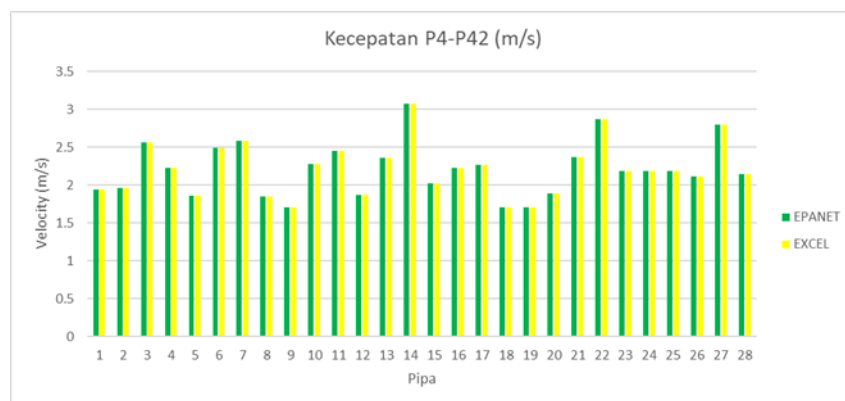
Gambar 72. Grafik perbandingan faktor gesekan P4-P42 alternatif kedua



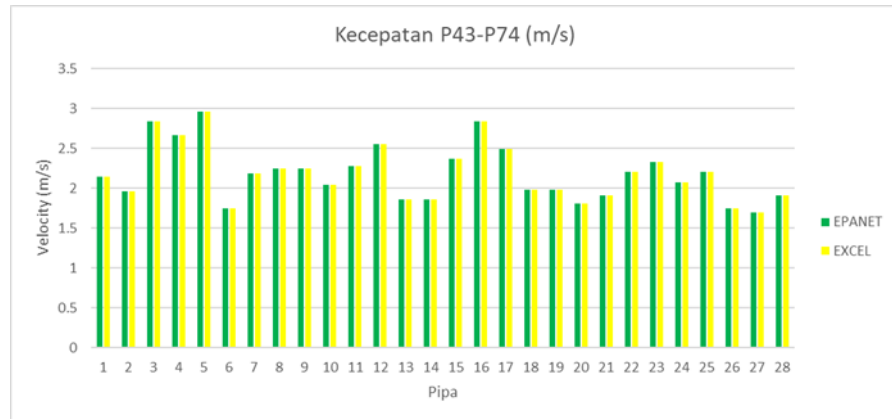
Gambar 73. Grafik perbandingan faktor gesekan P43-P74 alternatif kedua



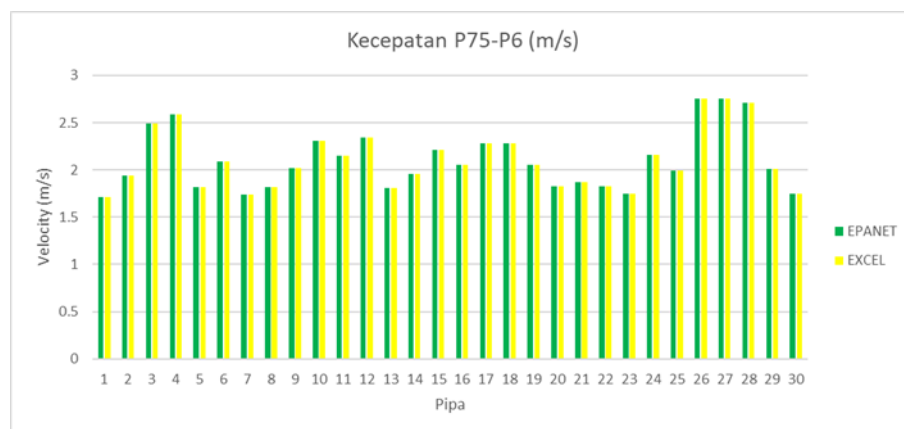
Gambar 74. Grafik perbandingan faktor gesekan P75-P6 alternatif kedua



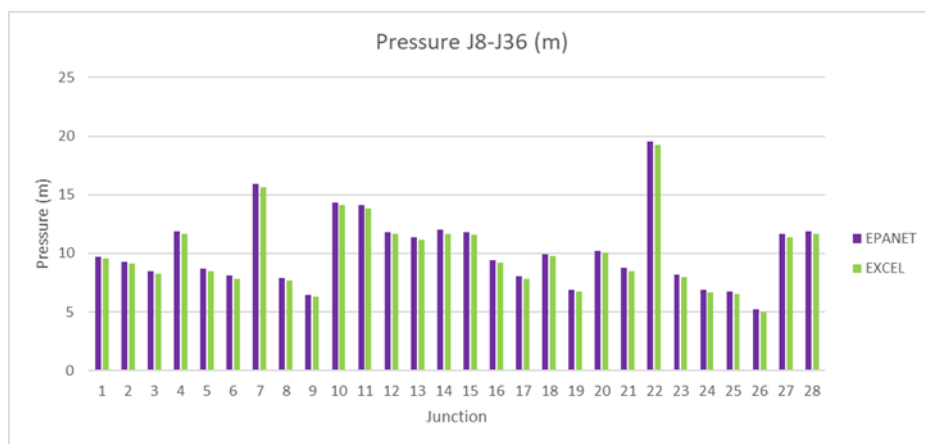
Gambar 75. Grafik perbandingan kecepatan aliran P4-P42 alternatif kedua



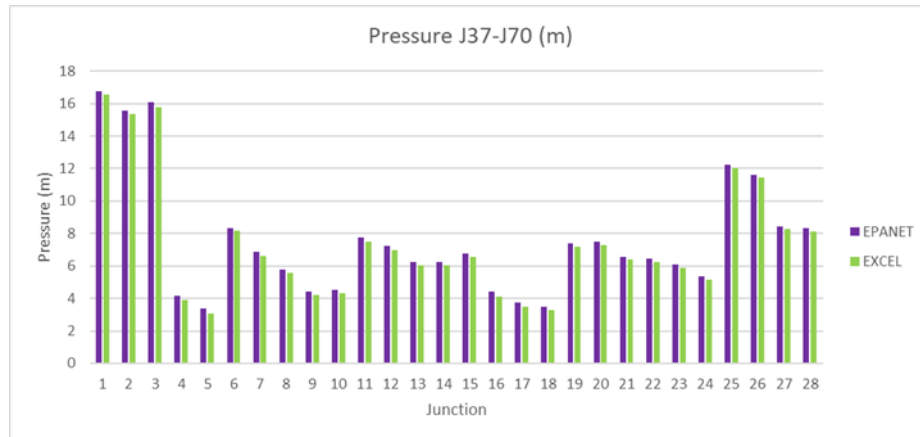
Gambar 76. Grafik perbandingan kecepatan aliran P43-P74 alternatif kedua



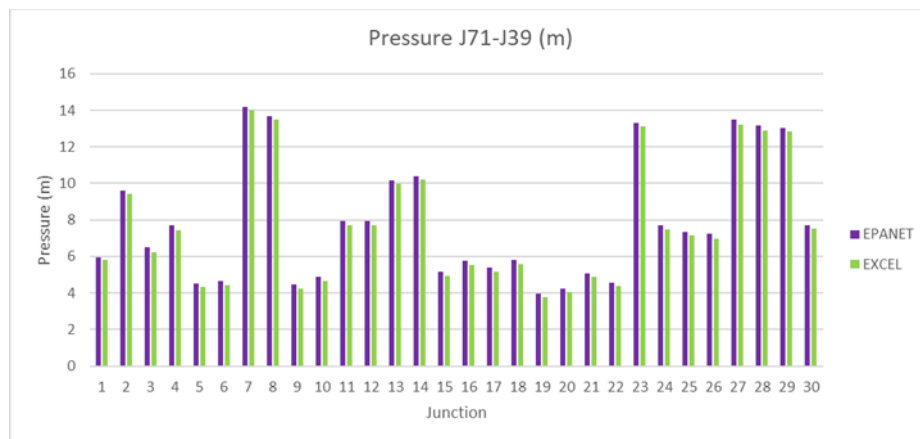
Gambar 77. Grafik perbandingan kecepatan aliran P75-P6 alternatif kedua



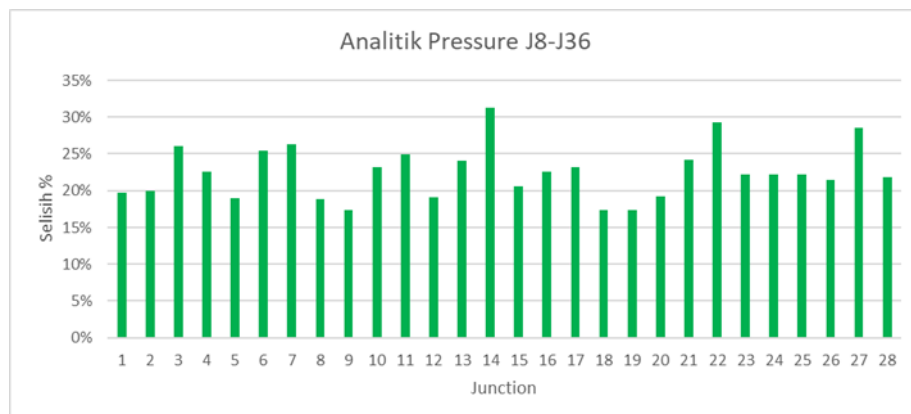
Gambar 78. Grafik perbandingan tekanan J8-J36 alternatif kedua



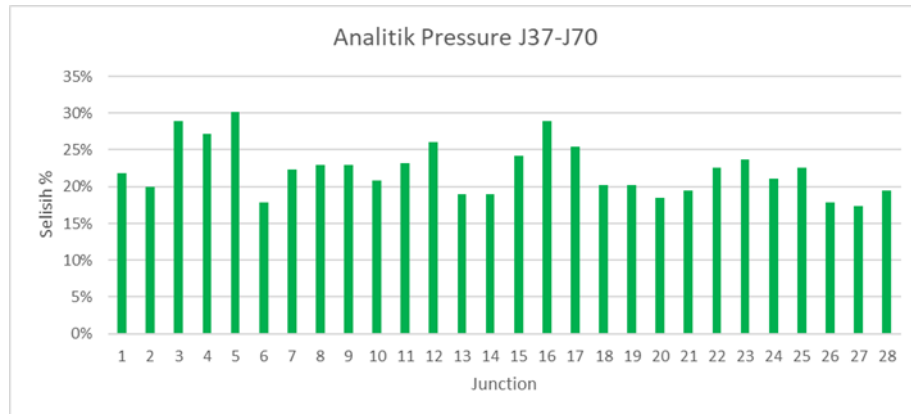
Gambar 79. Grafik perbandingan tekanan J37-J70 alternatif kedua



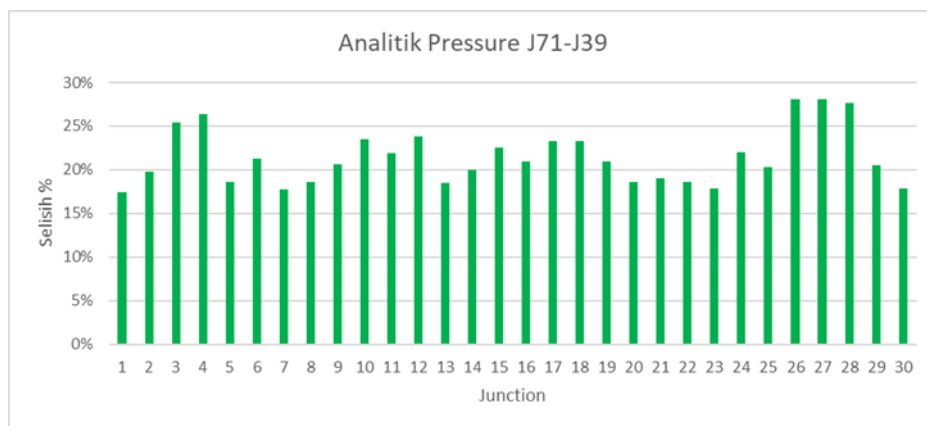
Gambar 80. Grafik perbandingan tekanan J71-J39 alternatif kedua



Gambar 81. Grafik selisih *pressure* J8-J36 alternatif kedua



Gambar 82. Grafik selisih *pressure* J37-J70 alternatif kedua



Gambar 83. Grafik selisih *pressure* J71-J39 alternatif kedua

Jadi, bisa dilihat dari grafik di atas 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 (0.01-0.03) dan selisih tekanan diantara 0.17-0.29 m, tekanan yang didapat pada EPANET 2.2 lebih tinggi dibandingkan dengan hasil analitik.

C. Pembahasan

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

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Perancangan kedua alternatif menghasilkan keluaran yang sesuai dengan persyaratan dan kriteria yang telah ditetapkan. Kedua alternatif tersebut mampu menyalurkan air ke area persawahan secara bersamaan dan merata sehingga setiap petak sawah memperoleh suplai air yang memadai. Dari aspek ekonomi, alternatif pertama menunjukkan keunggulan dalam hal efisiensi operasional, dengan biaya operasional sebesar Rp1.486.912,44, lebih rendah dibandingkan alternatif kedua yang mencapai Rp1.738.545,98. Meskipun demikian, alternatif pertama membutuhkan biaya investasi awal yang lebih tinggi, yaitu Rp97.100.800,00, dibandingkan dengan alternatif kedua sebesar Rp385.000.000,00. Dengan mempertimbangkan kinerja teknis dan efisiensi biaya operasional, alternatif pertama lebih layak direkomendasikan meskipun memerlukan investasi awal yang lebih besar, karena mampu memberikan kapasitas dan tekanan yang lebih tinggi dalam operasional sistem pemompaan.

2. Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengumpulan data dalam penyusunan laporan skripsi ini, Penulis bermaksud memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya. Adapun saran-saran tersebut adalah sebagai berikut:

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

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Priambudi and A. Pujiharjo, “Studi alternatif pemanfaatan sumber mata air Umbulan untuk sistem irigasi pada Kecamatan Winongan,” ... *Jur. Tek. Sipil*, 2017, [Online]. Available: <http://sipil.studentjournal.ub.ac.id>.
- [2] I. Anwar, D. Wardianto, and A. Afdal, “Pompa hidram (pompa air tanpa penggerak energi mekanik),” *J. Teknol. dan Vokasi*, vol. 1, no. 1, pp. 81–85, 2023, doi: 10.21063/jtv.2023.1.1.12.
- [3] Amrullah, Vandi Prasetyo, Muhammad Syahrir, and Rustam Efendi, “Kajian pemilihan pompa berdasarkan karakteristik topografi untuk sawah padi di Desa Bululondong,” *Majamecha*, vol. 6, pp. 1–15, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.36815/majamecha.v6i1.2967>
- [4] M. A. Maula and T. Alfiah, “Sistem distribusi air minum unit Nguling PDAM Giri Nawa Tirta Pasuruan,” *Semin. Teknol. Perenc. , Peranc. Lingkung. dan Infrastruktur*, pp. 393–398, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.itats.ac.id>.
- [5] I. Nur, N. Effiandi, . Mulyadi, . Maimuzar, and . Hendra, “Kajian potensi air penggerak pompa hidram untuk mengairi sawah di Daerah Pakandangan Kabupaten Padang Pariaman,” *J. Ilm. Poli Rekayasa*, vol. 15, no. 1, p. 48, 2019, doi: 10.30630/jipr.15.1.139.
- [6] Fernandus, “Studi perencanaan irigasi pompa pada daerah irigasi bkb.i desa bulu kecamatan pilangkeceng kabupaten madiun jurnal,” *J. PATRIA Akad.*, vol. I, no. September, p. 14, 2013, [Online]. Available: <https://publikasi.unitri.ac.id>.
- [7] K. Kustana and C. Setiawan, “Resolusi konflik sistem pengelolaan irigasi pertanian di Pedesaan,” *TEMALI J. Pembang. Sos.*, vol. 3, no. 1, pp. 149–187, 2020, doi: 10.15575/jt.v3i1.7496.
- [8] M. Y. Krg. Tompobul and H. Ashad, “Studi kebutuhan air untuk pembangunan jaringan irigasi Mare-mare Kabupaten Kepulauan Selayar,” *J. Tek. Sipil MACCA*, vol. 5, no. 2, pp. 106–117, Jun. 2020, doi: 10.33096/jtsm.v5i2.82.
- [9] J. S. Mananoma, Tiny, “Perencanaan sistem penyediaan air bersih menggunakan pompa hidram di Desa Randugading, Kecamatan Tajinan, Kabupaten Malang,” *J. sipil statik*, vol. 5, no. 1, pp. 985–994, 2017, [Online]. Available: <https://www.academia.edu>.

- [10] T. Wahyono and R. Adi, "Instalasi sistem pengairan area persawahan untuk meningkatkan produktivitas tanaman jagung," *J. Pengabd. Masy. IPTEKS*, vol. 7, no. 1, pp. 123–132, 2021, doi: 10.32528/jpmi.v7i1.5284.
- [11] I Ketut Soriarta and I Putu Dwikarna Putra, "Analisis sistem penyediaan air minum Malet Kecamatan Susut Kabupaten Bangli berbasis aplikasi EPANET 2.2," *J. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 76–84, Jan. 2025, doi: 10.56071/deteksi.v10i1.1144.
- [12] A. Fauzia and F. Rahman Rustan, "Sistem irigasi dan pengairan," no. April, 2024, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net>.
- [13] M. Maulana, "Permasalahan kondisi air dalam lingkungan hidup saat ini," no. 2017, 2021, [Online]. Available: <https://osf.io/preprints>.
- [14] A. W. Syafitri, "Analisis daya dukung sumber daya air permukaan untuk kebutuhan air domestik di Kecamatan Sumber". 2022. [Online]. Available: <http://repository.unissula.ac.id>.
- [15] Darwis, "Pengelolaan air tanah", no. March. 2018. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net>.
- [16] Kodoatie R. J., "Tata ruang airtanah," Andi Yogyakarta, pp. 181–272, 2012, [Online]. Available: <https://books.google.com>.
- [17] B. SAPUTRO, "Analisis keandalan generator set sebagai power supply darurat apabila power supply dari PLN mendadak padam di Morodadi Poultry Shop Blitar," *J. Qua Tek.*, vol. 7, no. 2, pp. 17–25, 2017, doi: 10.35457/quateknika.v7i2.239.
- [18] N. Fatkhurrohman, "Analisa kemacetan plunger pada pompa bilge di Mt. Fatmawati," (*Doctoral Diss. Politek. Ilmu pelayaran Semarang*)., pp. 8–21, 2017, [Online]. Available: <https://repository.pip-semarang.ac.id>.
- [19] P. H. Tjahjanti and M. F. Luliefan, "Pkm c-19: TTG air bersih Desa wisata Sumbergedang Pasuruan Jawa Timur," ... *Semin. Nas. Has.* ..., no. Gambar 2, pp. 63–72, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.ustjogja.ac.id>.
- [20] R. Talanipa, T. Putri, F. Rustan, and A. T. Yulianti, "Implementasi aplikasi EPANET 2.2 dalam evaluasi pipa jaringan distribusi air bersih PDAM Kolaka," *INFORMAL Informatics J.*, vol. 7, no. 1, p. 46, 2022, doi: 10.19184/isj.v7i1.30802.
- [21] N. Rozanda, I. Marzuki, and I. Permana, "Pemanfaatan google earth imagery untuk segmentasi lahan hijau," *Semin. Nas. Teknol. Inf. Komun. dan Ind.*, vol. (SNTIKI) 4, no. 2008, pp. 119–125, 2012, [Online]. Available: <https://ejournal.uin->

suska.ac.id.

- [22] L. Sulistiyo, “ *Centrifugal pums 2cdx contents 50hz*,”. *local.*, vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 1967, [Online]. Available: <https://r.search.yahoo.com>.

LAMPIRAN

1. Foto-foto kegiatan

Tracking area persawahan bertujuan untuk memperoleh data elevasi dan titik koordinat secara akurat. Data tersebut menjadi dasar penting dalam perancangan sistem irigasi, karena dapat digunakan untuk menentukan jalur pipa, posisi persimpangan, serta distribusi air pada setiap petak sawah. Dengan adanya informasi elevasi dan koordinat, proses perancangan dapat dilakukan secara lebih efisien dan hasil yang diperoleh pun lebih tepat sesuai kondisi lapangan.

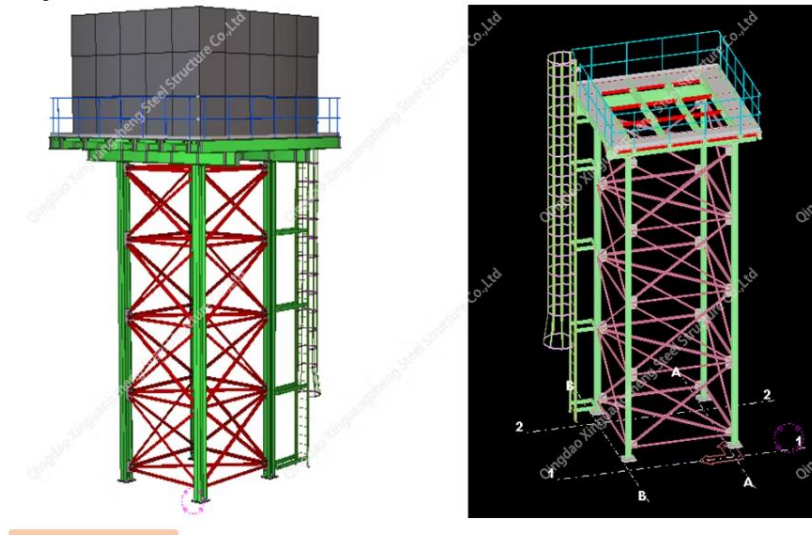


Gambar 84. Dokumentasi tracking area persawahan

2. Gambar kerja

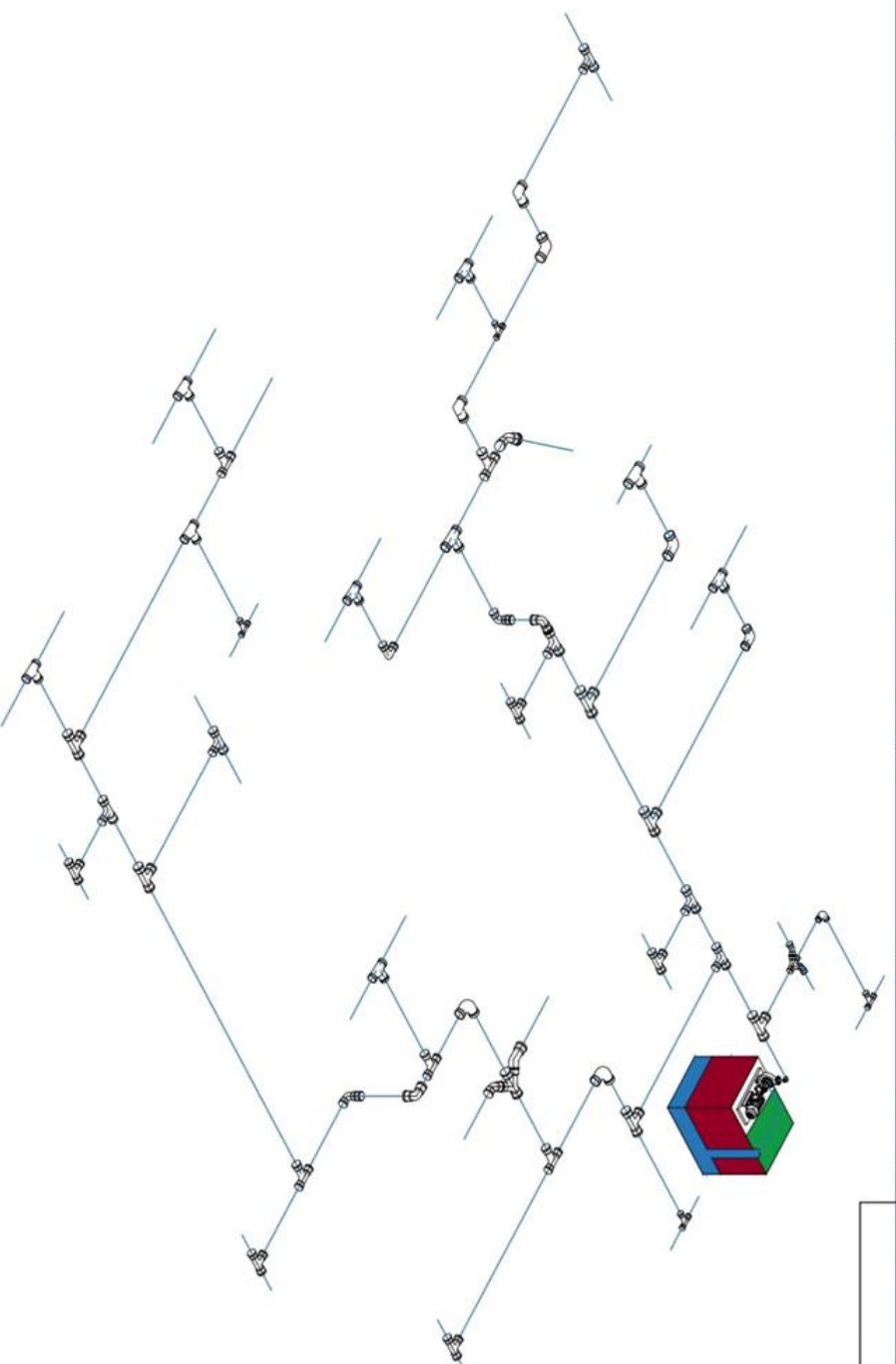
Gambar kerja disusun sebagai alat bantu visual untuk menggambarkan sistem perpipaan secara rinci, termasuk ukuran diameter pipa sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Gambar ini bertujuan untuk memudahkan pemahaman terhadap tata letak dan hubungan antar komponen dalam sistem. Namun, pemahaman tersebut 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.

Design Model



Gambar 85. Desain tandon

LEGEND AND NOTE



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



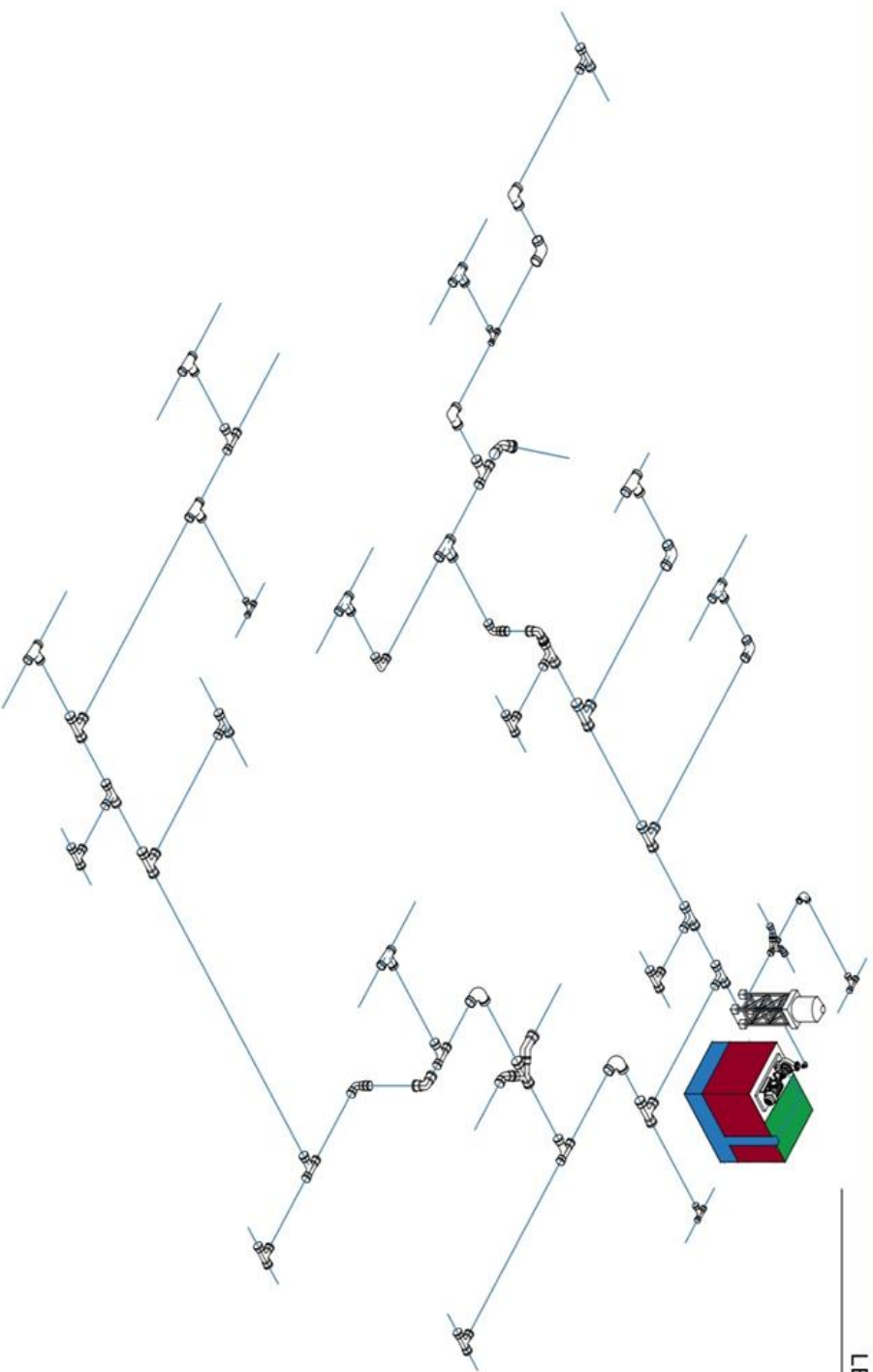
SCALE

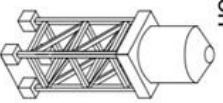
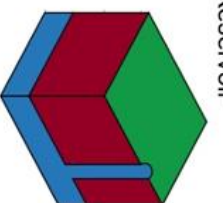
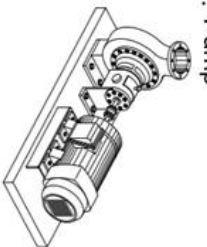
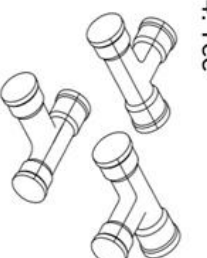
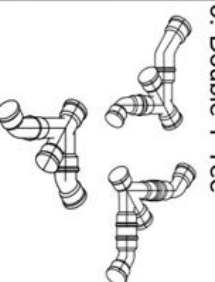
DESAIN PLUMBING SISTEM POMPAANISASI PENGAIRAN SAWAH

DATE	DRAWN	CHECKED	APPROVED	MATERIAL
NAME	ADEN	REZA	HERY	
FILE:				SHEET:

A3

LEGEND AND NOTE



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



SCALE

DESAIN PLUMBING SISTEM POMPANISASI PENGAIRAN SAWAH

DATE	DRAWN	CHECKED	APPROVED	MATERIAL
13-07-25	ADEN	REZA	-	
NAME	ADEN	REZA	HERY	
FILE:				

SHEET:

A3