RANCANG BANGUN ALAT SIMULASI *HEAD LOSSES* ALIRAN PIPA DENGAN MENGGUNAKAN *MIKROKONTROLER* DAN SENSOR TEKANAN SKALA LABORATORIUM

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Mesin

Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

JOVYANDO TARIGAN

NIM D1131191010

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jovyando Tarigan

NIM : D1131191010

Menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul "**Rancang Bangun Alat Simulasi *Head Losses* Aliran Pipa dengan Menggunakan *Mikrokontroler* dan Sensor Tekanan Skala Laboratorium**" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima kensekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataaan yang dibuat tidak benar.

Pontianak, 16 Juli 2026

Penulis,

JOVYANDO TARIGAN

D1131191010

KEMENTRIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Pof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT SIMULASI *HEAD LOSSES* ALIRAN PIPA DENGAN MENGGUNAKAN *MIKROKONTROLER* DAN SENSOR TEKANAN SKALA LABORATORIUM

Program Studi Sarjana Teknik Mesin

Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

JOVYANDO TARIGAN

NIM D1131191010

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 16 Juli 2026 dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Susunan Penguji Skripsi

Pembimbing utama,

Ir. Muhammad Taufiqurrahman, S.T., M.T. IPM
NIP 198206032014041001

Penguji utama,

Ir. Gita Suryani Lubis, S.T., M.T.
NIP 199009232019032021

Pembimbing pendamping,

Ir. Muhammad Ivanto, S.T., M.T.
NIPPPK 199010212023211014

Penguji pendamping,

Yandri, S.T., M.T.
NIP 196903291999031001

Pontianak, 16 Juli 2026
Dekan,

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP 196712231992031002

KEMENTRIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan skripsi yang berjudul "**Rancang Bangun Alat Simulasi *Head Losses* Aliran Pipa dengan Menggunakan *Mikrokontroler* dan Sensor Tekanan Skala Laboratorium**" yang ditulis oleh Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Nama	: Jovyando Tarigan
NIM	: D1131191010
Jurusan	: Teknik Mesin
Program Studi	: Teknik Mesin
Kelompok Keahlian	: Konversi Energi

Demikian ini menerangkan bahwa Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan skripsinya.

Pontianak, 16 Juli 2026

Dosen Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping,
Ir. Muhammad Taufiqurrahman, S.T., M.T. IPM	Ir. Muhammad Ivanto, S.T., M.T.
NIP 198206032014041001	NIPPPK 199010212023211014

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala puji syukur kepada Tuhan dan atas dukungan, semangat, motivasi, dan do'a dari orang tercinta, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya ucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus, karena hanya atas izin dan karunianyalah maka skripsi ini dapat dibuat dan diselesaikan.
2. Kepada kedua orang tua saya Bapak Johan Tarigan dan Ibu Pehuliken Br Sitepu yang telah memberikan dukungan serta do'a yang tiada henti-hentinya untuk kesuksesan saya dan motivator terbaik sepanjang perjalanan dalam menulis skripsi ini.
3. Kepada kakak dan adik saya Ulian Lita Chanoca Br Tarigan dan Handika Prima Tarigan yang telah memberikan dukungan semangat dan materil untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Kepada bibik saya Dinar Br Karo yang selalu memberikan dukungan dan doa yang terbaik untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Pembimbing Akademik, Dosen pembimbing dan Dosen penguji yang telah memberikan arahan, panduan, dan masukan berharga dalam proses penulisan skripsi ini.
6. Teman-teman kelas saya Angkatan 2019 yang telah membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman Asrama saya seperti Odo Aristo, Putri Lumban gaol, Noriati, Manuel Fernandes, dan Analis Tesi yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman nongkrong Kevin, Agung, Sutrisno, Valen, Riski Dhafi, Erikson Saragih, dan bang Manto yang telah bersama-sama baik dalam suka maupun duka.

Akhir kata, saya berharap bahwa skripsi dapat memberikan manfaat pengetahuan yang berarti. Semoga hasil penelitian ini dapat menjadi pijakan untuk penelitian lebih lanjut dan memberikan inspirasi bagi pembaca yang tertarik dalam bidang yang sama.

PRAKATA

`Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus. Tuhan yang maha esa, atas berkat dan Rahmat-Nya, sehingga diberikan kemudahan serta kelancaran kepada penulis dalam menjalankan proses penelitian dari awal hingga akhir dengan baik. oleh karna itu, penulis dapat menyelesainkan skripsi ini yang judul "**Rancang Bangun Alat Simulasi *Head Losses* Aliran Pipa Dengan Menggunakan *Mikrokontroler* danSensor Tekanan Skala Laboratorium**"

Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademis yang harus dipatuhi dalam menyelesaikan Pendidikan S1 di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.

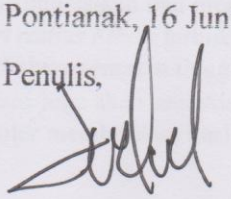
Pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga skripsi ini bisa diselesaikan. Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada:

1. Bapak Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Bapak Muhammad Taufiqurrahman, S.T., M.T., IPM Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Tanjungpura. Serta Selaku Dosen Penguji Utama, sekaligus Dosen Pembimbing Akademik.
3. Ibu Gita Suryani Lubis, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Tanjungpura, Sekaligus Dosen Penguji Utama.
4. Bapak Muhammad Ivanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pembantu.
5. Bapak Yandri S.T. M.T. selaku Dosen Penguji Pendamping.
6. Dosen-dosen dan seluruh civitas akademik Universitas Tanjungpura yang telah mambimbing, mengajari, memotivasi dan berbagi ilmu dan pengalamannya kepada penulis selama menempuh pendidikan perkuliahan di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
7. Teman-teman angkatan 2019 Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura yang telah sama-sama berjuang baik suka maupun duka.
8. Serta semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Dalam penyusunan skripsi ini pastinya masih banyak terdapat kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Akhir kata penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya khususnya mahasiswa Program Studi Teknik Mesin.

Pontianak, 16 Juni 2026

Penulis,



JOVYANDO TARIGAN

D1131191010

ABSTRAK

Sistem perpipaan digunakan secara luas untuk mendistribusikan fluida di berbagai bidang, namun dalam pengoperasiannya selalu terjadi kerugian energi atau *Head Losses* yang disebabkan oleh gesekan dinding pipa dan perubahan arah aliran, terutama pada belokan pipa. Penurunan tekanan akibat *Head Losses* dapat menurunkan efisiensi sistem dan berpotensi menimbulkan kerugian lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat simulasi *Head Losses* aliran pipa skala laboratorium serta menganalisis besarnya kerugian energi pada belokan pipa 90° tipe *short radius Elbow* dan *long radius elbow*. Alat ini dirancang memakai *Mikrokontroler* Arduino Uno dan sensor tekanan untuk mempermudah pembacaan data secara akurat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik untuk mensimulasikan dan mengukur *Head Losses* serta penurunan tekanan. Besarnya *Head Losses* pada *short radius Elbow* terbukti lebih besar dibandingkan *long radius elbow*, Selain itu, diperoleh hubungan bahwa semakin tinggi debit aliran dan semakin panjang pipa yang digunakan, maka nilai *Head Losses* juga akan semakin meningkat. Penggunaan sistem pengukuran berbasis sensor dan Mikrokontroler memberikan hasil pembacaan yang lebih presisi hingga tiga angka di belakang koma.

Kata kunci: *Head Losses*, belokan pipa, *short radius elbow*, *long radius elbow*, Mikrokontroler, sensor tekanan

ABSTRACT

Piping systems are widely used to distribute fluids across various industries and applications; however, during operation, energy losses or Head Losses inevitably occur due to friction along the pipe walls and changes in flow direction, particularly at pipe bends. The pressure drop caused by these Head Losses can reduce system efficiency and potentially lead to further operational issues. This study aims to design and construct a laboratory-scale apparatus for simulating Head Losses in pipe flow, as well as to analyze the magnitude of energy losses in 90° pipe bends of two types: short radius elbows and long radius elbows. The equipment is designed using an Arduino Uno microcontroller and pressure sensors to enable accurate and convenient data acquisition. The results show that the apparatus functions effectively to simulate and measure Head Losses and pressure drops. Head Losses in short radius elbows are found to be higher compared to those in long radius elbows. Additionally, the results confirm that Head Losses increase proportionally with higher flow rates and longer pipe lengths. The measurement system based on sensors and a microcontroller provides more precise readings, accurate up to three decimal places.

Keywords: *Head Losses, pipe bends, short radius elbow, long radius elbow, microcontroller, pressure sensor*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI ..... **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iv**
PRAKATA ..... **v**
ABSTRAK ..... **vii**
ABSTRACT ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 2
1.5 Sistematika Penulisan 3
BAB IV PEMBAHASAN **3**
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN **3**
DAFTAR REFRENSI **4**
LAMPIRAN **4**
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Penelitian Terdahulu 5
2.2 Simulasi 9
2.3 *Pressure Drop* dan *Head Losses* 9
2.4 Fluida (Air) 10
2.5 Pipa *Poly Vinyl Chloride* 10
2.6 Tekanan Air 11
2.7 Sambungan Pada Pipa 11
2.8 *Short Radius Elbow* dan *Long Radius Elbow* 12
2.9 Aliran Melalui Pipa 12
2.10 Kehilangan Tenaga aliran Melalui Pipa 12
2.11 Kehilangan Energi Karena Gesekan Pada Pipa 12
2.12 *Flow meter* 13
2.13 Kehilangan Tenaga Pada Belokan 13
2.14 Sensor Tekanan 13

2.15 Papan Mikrokontroler 14
2.16 *Liquid Crystal Display* (*LCD*) 16 X 2 15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16
3.1 Waktu dan Tempat 16
3.2 Alat dan Bahan 17
3.2.1 Alat 17
3.2.2 Bahan 18
3.3 Identifikasi Permasalahan 20
3.4 Metode Penelitian 21
3.5 Prosedur Penelitian 21
3.6 Diagram Fungsional 22
3.7 Perancangan alat 23
3.8 Data Penelitian 24
3.8.1 Variabel Bebas 24
3.8.2 Variable Terikat 25
3.9 Diagram Alir 29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 30
4.1 Perancangan Alat 30
4.1.1 Pembuatan Alat 31
4.1.2 Perakitan dan Pemrograman Arduino 31
4.2 Peroses Pengambilan Data 33
4.3 Hasil Pengujian. 35
4.4 *Pressure Drop* dan *Head Losses* 38
4.4.1 *Pressure Drop* 38
4.4.2 *Head Losses* 40
Maka: 41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 45
5.1 Kesimpulan 46
5.2 Saran 46
DAFTAR REFERENSI
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Belokan pada Pipa 13
Gambar 2.2 *Pressure Transmitter* dan cara kerja *Pressure Transmitter*..... 14
Gambar 2.3 Arduino Uno R3 15
Gambar 2.4 *LCD 16X2* 15
Gambar 3.1 Desain Diagram Fungsional 22
Gambar 3.2 Desain Gambar 23
Gambar 3.3 Alur dan bagian-bagian desain 24
Gambar 3.4 Diagram Alir..... 24
Gambar 4.1 Bagian-bagian Dan Fungsi Alat Simulasi *Head Losses* 31
Gambar 4.2 Rangkaian Kabel *Mikrokontroler* 32

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian 16
Tabel 3.2 Alat-alat yang digunakan 17
Tabel 3.3 Bahan-bahan yang digunakan 18
Tabel 3.4 Data Hasil Penelitian 26
Tabel 4.1 Spesifikasi Alat 30
Tabel 4.2 Rangkaian Kabel *Mikrokontroler* 32
Tabel 4.3 Rangkaian Kabel *Mikrokontroler* dengan LCD I2C 16X2 32
Tabel 4.4 Tekanan Masuk dan Tekanan Keluar *Short Radius Elbow* 34
Tabel 4.5 Tekanan Masuk dan Tekanan Keluar *Long Radius Elbow* 36
Tabel 4.6 *Pressure drop Short Radius Elbow* 38
Tabel 4.7 *Pressure drop Long Radius Elbow* 38
Tabel 4.8 Perbandingan *Pressure drop Short Radius* dan *Long Radius Elbow* ... 38
Tabel 4.9 *Head Losses Short Radius Elbow* 39
Tabel 4.10 *Head Losses Long Radius Elbow* 39
Tabel 4.11 Perbandingan *Head Losses Short radius* dan *Long Radius Elbow* 39

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distribusi air umumnya dipasang menggunakan pipa bawah tanah. Memantau pipa bawah tanah lebih sulit daripada memantau jalur pipa air di ruang terbuka. Keadaan ini akan menyebabkan kerugian jika terjadi gangguan pada sistem perpipaan seperti kebocoran. Kebocoran pada pipa bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti usia pipa, instalasi yang tidak benar, dan bencana alam [1].

Bentuk-bentuk kerugian energi pada aliran fluida antara lain dijumpai pada aliran dalam pipa. Kerugian-kerugian tersebut diakibatkan oleh adanya gesekan dengan dinding, perubahan luas penampang, sambungan, katup-katup, belokan pipa dan kerugian-kerugian khusus lainnya. Pada sistem perpipaan kerugian yang terjadi pada belokan atau lengkungan lebih besar dibandingkan dengan pipa lurus [2].

Sistem perpipaan adalah sistem distribusi fluida yang banyak diterapkan pada rumah tangga, industri, dan sistem pembangkit energi. Ada banyak variasi sistem perpipaan mulai dari sistem pipa tunggal sederhana hingga sistem percabangan yang sangat kompleks. Pada umumnya penggunaan belokan pipa yang paling sering digunakan adalah *Elbow* 90º baik *Short radius Elbow* ataupun *long radius Elbow. Short radius Elbow* sendiri biasanya digunakan pada belokan yang memiliki keterbatasan tempat sedangkan *long radius elbow* digunakan pada tempat yang luas. Penggunaan *Short radius Elbow* dan *long radius elbow* memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, namun baik *Short radius Elbow* dan *long radius elbow* tetap memiliki kerugian energi akibat dari belokan tersebut.

Dalam sistem perpipaan *Head Losses* sangat merugikan, karena *Head Losses* dapat menurunkan tingkat efisiensi aliran fluida berupa penurunan tekanan (*pressure drop*). Penurunan tekanan ini terjadi akibat arus turbulensi yang akan menyebabkan gesekan besar pada dinding pipa.

Besarnya *Head Losses* pada jaringan perpipaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti : diameter, debit, viskositas, dan sudut pada sambungan belokan pipa. kehilangan tinggi tekanan air akibat perubahan arah pada pipa dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu pembengkokan karena adanya sambungan yang terkesan tiba-tiba/tajam, atau biasa disebut *Elbow* dan pembengkokan secara berangsur-angsur

atau biasa disebut *Bends.*[3] *Headloss* sendiri terbagi atas 2 (dua) jenis yaitu *headloss* mayor yang terjadi di sepanjang aliran pipa dan *headloss* minor yang terjadi pada sambungan pipa seperti *Elbow, tee* atau *valve* [4].

Sensor tekanan merupakan alat yang dapat mendeteksi informasi yang terukur dan mengubah informasi yang terdeteksi menjadi sinyal listrik atau bentuk lain dari keluaran informasi sesuai dengan aturan tertentu, untuk memenuhi transmisi informasi, pemrosesan, penyimpanan, tampilan, catatan dan persyaratan kontrol [5].

Berdasarkan berita kompas yang di tulis Abdul Haris Maulana pada tahun 2022 salah satu penyebab rendahnya tekanan air di rumah-rumah warga adalah banyaknya belokan pada instalasi pipa air yang menyebabkan penurunan laju aliran air[6].

Oleh karena itu penulis menuangkan topik tersebut dalam skripsi dengan judul: **"RANCANG BANGUN ALAT SIMULASI *HEAD LOSSES* ALIRAN PIPA DENGAN MENGGUNAKAN *MIKROKONTROLER* DAN SENSOR TEKANAN SKALA LABORATORIUM".** untuk mengetahui seberapa besar pengurangan tekanan yang terjadi pada pipa dengan memasang sensor tekanan pada titik persimpangan atau belokan air di dalam pipa serta pada ujung pipa sehingga dapat dilakukan penyesuaian dengan sistem jaringan pipa yang lebih baik dengan memperkecil pengurangan tekanan di dalam pipa.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang mendorong tugas akhir ini, maka ada beberapa rumusan yang muncul sebagai pertanyaan pedoman agar sesuai dengan apa yang penulis inginkan, rumusan tersebuat antara lain:

1. Bagaimana desain dan cara kerja alat uji tekanan fluida pada variasi belokan pipa sudut 90^{o}?
2. Seberapa besar pengaruh keluaran sudut 90^{o} *long* dan *short radius elbow*?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai penulis dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan alat uji simulasi tekanan fluida pada variasi belokan pipa sudut 90^{o} Skala Laboratorium.

2. Menganalisis Seberapa besar pengaruh keluaran sudut 90^{o} *short* dan *long radius Elbow.*

1.4 Batasan Masalah

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai masalah yang dikaji dalam penulisan tugas akhir ini, maka perlu kiranya diberikan Batasan masalah sebagai berikut:

1. Pengujian yang dilakukan merupakan uji coba dengan menggunakan *prototype* jaringan distribusi air menggunakan pipa skala laboratorium.
2. Pipa yang digunakan adalah pipa ukuran ½ inch.
3. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa *polyvinyl chloride* (PVC)
4. Pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal
5. Massa jenis air pada penelitian ini ditetapkan sebesar 1000 kg/m^3.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun untuk memberikan gambaran penjelasan mengenai bagian-bagian tugas akhir, diantaranya :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan secara singkat tinjauan secara umum mengenai latar belakang, rumusan masalahan, Batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan beberapa penjelasan teori penunjang yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian, diagram Langkah penelitian, spesifikasi dan langkah proses pengujian yang dilakukan.

BAB IV PEMBAHASAN

Membahas tentang analisis *Head Losses* pada *short radius elbow* dan *Long Radius Elbow.*

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Membahas tentang kesimpulan dari hasil dan saran-saran penulis dalam penyusunan tugas akhir.

DAFTAR REFRENSI

LAMPIRAN