

Evaluasi Perancangan Sistem Pompa Transfer *Bypass* untuk Distribusi Air Bersih Rumah Bertingkat dengan Standard SNI

Ricky Prabowo, Teddy Ardiansyah, Ade Reza Ismawan

Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik ISTN, Jakarta

Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta Selatan, Indonesia 12640

e-mail: *¹rickyprabowo55@gmail.com, ²teddy@istn.ac.id, ³aderezaismawan@istn.ac.id

Abstrak

Sistem distribusi air bersih pada bangunan rumah bertingkat sering mengalami permasalahan berupa tekanan air yang tidak stabil akibat keterbatasan kapasitas pompa dan ketergantungan terhadap *roof tank*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perancangan sistem pompa transfer dengan *bypass line* sebagai alternatif untuk meningkatkan kontinuitas suplai air bersih dan menjaga stabilitas tekanan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) 8153:2015 dan SNI 8153:2025. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada perhitungan hidrolika atau pemilihan pompa, penelitian ini mengintegrasikan evaluasi kesesuaian terhadap standar SNI serta kesiapan sistem untuk pengembangan melalui integrasi *booster pump*. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif evaluatif dengan analisis hidrolika berdasarkan perhitungan kebutuhan debit menggunakan metode Unit Beban Alat Plumbing (UBAP), perhitungan *head losses* mayor dan minor menggunakan persamaan Darcy-Weisbach, serta penentuan *Total Dynamic Head* (TDH) sebagai dasar evaluasi kapasitas pompa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan debit sistem sebesar 39,6 L/menit dengan nilai TDH sebesar 28,38 m. Evaluasi terhadap pompa eksisting menunjukkan bahwa kapasitas *head* pompa belum mampu memenuhi kebutuhan sistem sehingga menyebabkan tekanan air pada lantai atas kurang stabil. Penerapan sistem pompa transfer dengan *bypass line* mampu meningkatkan kontinuitas suplai, menjaga stabilitas tekanan, serta memberikan fleksibilitas untuk integrasi *booster pump* pada masa mendatang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan sistem telah memenuhi persyaratan tekanan pelayanan sesuai SNI 8153:2015 dan SNI 8153:2025 sehingga layak diterapkan pada bangunan rumah bertingkat dengan karakteristik serupa.

Kata kunci: distribusi air bersih, pompa transfer, *bypass line*, *Total Dynamic Head*, SNI 8153.

Abstract

Clean water distribution systems in multi-storey residential buildings often experience unstable water pressure due to limited pump capacity and dependence on roof tank systems. This study aims to evaluate the design of a transfer pump system with a bypass line as an alternative solution to improve the continuity of clean water supply and maintain stable water pressure in accordance with the Indonesian National Standard (SNI) 8153:2015 and SNI 8153:2025. Unlike previous studies that primarily focused on hydraulic calculations or pump selection, this research integrates compliance evaluation with the latest SNI standards and assesses the system's readiness for future booster pump integration. The research employed a quantitative evaluative approach using hydraulic analysis. Water demand was calculated based on the Plumbing Fixture Unit (PFU/UBAP) method, while major and minor head losses were determined using the Darcy-Weisbach equation. The Total Dynamic Head (TDH) was then calculated to evaluate the suitability of the pump capacity. The results indicate that the required system flow rate is 39.6 L/min, with a Total Dynamic Head (TDH) of 28.38 m. The evaluation of the existing pump revealed that its head capacity is insufficient to meet the system requirements, resulting in unstable water pressure on the upper floors. The proposed transfer pump system with a bypass line improves supply continuity, maintains more stable water pressure, and provides flexibility for future booster pump integration. Furthermore, the proposed system complies with the pressure requirements specified in SNI 8153:2015 and SNI 8153:2025, making it technically feasible for application in multi-storey residential buildings with similar characteristics.

Keywords: *clean water distribution; transfer pump; bypass line; Total Dynamic Head; SNI 815*

1. Pendahuluan

Sistem distribusi air bersih merupakan salah satu komponen penting dalam sistem plambing bangunan rumah bertingkat. Sistem ini harus mampu menyalurkan air dengan tekanan dan debit yang sesuai agar kebutuhan pengguna di setiap lantai dapat terpenuhi secara optimal. Kinerja sistem distribusi air yang tidak stabil dapat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti tekanan rendah di lantai atas, aliran tidak merata antar lantai, serta inefisiensi energi akibat kerja pompa yang tidak teratur.

Desain sistem plambing harus memperhatikan tekanan minimum, kontinuitas aliran, dan distribusi debit untuk menjamin kenyamanan pengguna serta efisiensi sistem. Pada sistem konvensional, suplai air bersih dilakukan dengan memompa air dari ground water tank (GWT) ke roof tank (RT), kemudian air dialirkan ke titik-titik pemakaian secara gravitasi. Walau sederhana, sistem ini memiliki keterbatasan seperti penurunan tekanan pada lantai atas, waktu pengisian tangki yang lama, serta ketergantungan penuh terhadap kapasitas tangki Suhardiyanto, S. (2014).

Sebagai solusi, diterapkan sistem pompa transfer dengan bypass line, di mana air bersih dari GWT tidak hanya dialirkan ke roof tank, tetapi juga dapat langsung disuplai ke jaringan distribusi air bersih. Sistem ini menggunakan pompa berpressure switch internal, yang mengatur kerja pompa secara otomatis berdasarkan tekanan aktual dalam jaringan. Ketika tekanan sistem menurun, pompa akan aktif untuk memompa air dari GWT ke jaringan distribusi sekaligus menjaga level air pada roof tank. Jika roof tank sudah penuh, auto valve akan menutup aliran menuju tangki dan pompa otomatis mengalihkan suplai air langsung ke jaringan distribusi melalui jalur bypass.

Dengan konfigurasi tersebut, roof tank selalu dalam kondisi penuh dan berfungsi sebagai cadangan air (backup system) yang akan bekerja secara gravitasi saat pompa berhenti atau ketika terjadi pemadaman listrik. Dengan demikian, sistem ini mampu menjamin kontinuitas suplai air bersih

sekaligus menjaga stabilitas tekanan air pada setiap lantai bangunan.

Selain itu, sistem ini juga telah disiapkan untuk integrasi dengan pompa booster. Integrasi booster akan memperkuat tekanan pada jaringan distribusi, terutama untuk bangunan bertingkat lebih dari tiga lantai atau beban pemakaian tinggi. Dengan sistem yang telah "ready for booster installation", perancangan ini memberikan fleksibilitas pengembangan sistem di masa depan tanpa perlu perubahan besar pada jalur pipa utama. Booster dapat diaktifkan sebagai pelengkap sistem pompa transfer guna menjaga tekanan konstan dan mencegah fluktuasi debit pada saat puncak penggunaan air.

Sesuai dengan SNI 8153:2015 dan SNI 8153:2025 tentang Sistem Plambing pada Bangunan Gedung, tekanan minimum yang harus tersedia pada titik pemakaian adalah $0,5 \text{ kg/cm}^2$ ($\approx 5 \text{ m head}$) dan maksimum 5 kg/cm^2 ($\approx 50 \text{ m head}$), dengan kecepatan aliran dalam pipa utama tidak melebihi 3 m/s . Oleh karena itu, perencanaan sistem bypass line dengan pompa bertekanan switch internal harus mempertimbangkan aspek head total, kapasitas pompa, diameter pipa, serta kehilangan tekanan (head loss) agar sistem bekerja secara efisien, stabil, dan sesuai standar nasional.

Dengan adanya sistem bypass line otomatis dan kesiapan booster, rancangan ini menawarkan keunggulan teknis berupa:

1. Kontinuitas suplai air bersih tanpa gangguan meskipun roof tank penuh atau pompa berhenti sementara.
2. Stabilitas tekanan air melalui pengaturan otomatis dari pressure switch internal.
3. Efisiensi energi, karena pompa hanya bekerja saat tekanan sistem menurun.
4. Kesiapan peningkatan kapasitas (scalability) dengan instalasi booster tanpa mengubah konfigurasi utama sistem.
5. Ketersediaan cadangan air gravitasi dari roof tank pada kondisi darurat atau pemadaman listrik.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan

menganalisis sistem distribusi air bersih dengan pompa transfer berpressure switch internal dan bypass line yang siap integrasi booster pada bangunan rumah bertingkat. Tujuannya adalah untuk menghasilkan sistem yang efisien, berkelanjutan, dan mampu menjaga kontinuitas suplai air bersih sesuai standar SNI 8153:2015 dan 8153:2025, sekaligus menjadi acuan teknis dan praktis dalam pengembangan sistem plambing modern di lingkungan perumahan vertical.

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas perancangan dan evaluasi sistem distribusi air bersih, termasuk analisis kebutuhan debit, kehilangan tekanan (*head losses*), serta pemilihan kapasitas pompa pada bangunan bertingkat. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada aspek perhitungan hidrolika atau evaluasi kinerja pompa secara terpisah, tanpa mengintegrasikan evaluasi terhadap ketentuan SNI 8153:2025 yang merupakan standar terbaru sistem plambing di Indonesia. Selain itu, kajian mengenai penerapan sistem pompa transfer dengan bypass line yang mempertimbangkan kesiapan integrasi booster pump untuk pengembangan sistem di masa mendatang masih relatif terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif dengan mengevaluasi sistem distribusi air bersih berdasarkan parameter hidrolika, kesesuaian terhadap SNI 8153:2015 dan SNI 8153:2025, serta analisis kesiapan integrasi booster pump. Pendekatan tersebut diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang lebih tepat dalam meningkatkan kontinuitas suplai air, menjaga stabilitas tekanan, serta mendukung pengembangan sistem distribusi air bersih yang lebih efisien dan berkelanjutan pada bangunan rumah bertingkat.

2. Metode Penelitian

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan evaluatif-analitis terhadap sistem distribusi air bersih

pada bangunan rumah bertingkat. Analisis dilakukan berdasarkan perhitungan hidrolika dan perbandingan antara hasil teoritis dan data aktual lapangan.

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis sebagai berikut:

1. **Studi Literatur dan Review Standar**
Melakukan kajian terhadap SNI 8153:2015 dan SNI 8153:2025, teori hidrolika perpipaan, serta prinsip kerja pompa sentrifugal.
2. **Pengumpulan Data Lapangan**
Mengumpulkan data elevasi bangunan, panjang dan diameter pipa, jumlah *fitting*, spesifikasi pompa, serta pengukuran tekanan dan debit aktual pada setiap lantai.
3. **Perhitungan Kebutuhan Debit**
Menentukan debit rencana berdasarkan Unit Beban Alat Plumbing (UBAP).
4. **Perhitungan Kehilangan Tekanan (*Head Losses*)**
Menghitung kehilangan tekanan *major* dan *minor* menggunakan metode Darcy-Weisbach.
5. **Perhitungan *Total Dynamic Head* (TDH)**
Menjumlahkan *head statis* dan seluruh kehilangan tekanan sistem.
6. **Evaluasi Pompa Eksisting dan Alternatif**
Membandingkan kebutuhan sistem terhadap spesifikasi pompa.

2.3 Material dan Peralatan

Alat Penelitian

No Alat	Fungsi
1 Pressure gauge	Mengukur tekanan air
2 Stopwatch	Mengukur waktu aliran
3 Flow Meter	Mengukur debit
4 Meteran	Mengukur panjang pipa
5 Kamera/HP	Dokumentasi

Bahan Penelitian

No Bahan	Keterangan
1 Pipa PVC & PPR	Jaringan distribusi

No Bahan	Keterangan
2 Elbow, tee, reducer Fitting	
3 Valve & check valve	Pengatur aliran
4 Pompa transfer	Sistem <i>bypass</i>
5 Roof tank	Tangki air

2.4 Rumus Matematika yang Digunakan

a. Persamaan Kontinuitas

$$Q = A \cdot V$$

Keterangan:

- Q = Debit aliran (m^3/s atau L/s)
- A = Luas penampang pipa (m^2)
- V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

Penjelasan:

Persamaan kontinuitas menyatakan bahwa debit aliran dalam suatu sistem perpipaan sama dengan hasil perkalian antara luas penampang dan kecepatan aliran. Dalam sistem distribusi air bersih, persamaan ini digunakan untuk menentukan kecepatan aliran dalam pipa berdasarkan debit rencana yang telah dihitung.

b. Luas Penampang Pipa

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Keterangan:

- A = Luas penampang (m^2)
- D = Diameter dalam pipa (m)
- π = Konstanta (3,1416)

Penjelasan:

Rumus ini digunakan untuk menghitung luas penampang pipa berbentuk lingkaran yang menjadi dasar perhitungan kecepatan aliran dalam sistem.

c. Bilangan Reynolds

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Keterangan:

- Re = Bilangan Reynolds
- ρ = Massa jenis fluida (kg/m^3)
- V = Kecepatan aliran (m/s)
- D = Diameter dalam pipa (m)
- μ = Viskositas dinamis fluida ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)

Penjelasan:

Bilangan Reynolds digunakan untuk menentukan jenis aliran (laminar atau turbulen) dalam pipa, yang kemudian

digunakan untuk menentukan faktor gesek pada diagram Moody.

d. Head Losses Mayor (Darcy–Weisbach)

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Keterangan:

- h_f = Kehilangan tekanan mayor (m)
- f = Faktor gesek Darcy
- L = Panjang pipa (m)
- D = Diameter dalam pipa (m)
- V = Kecepatan aliran (m/s)
- g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

Penjelasan:

Rumus ini digunakan untuk menghitung kehilangan tekanan akibat gesekan sepanjang pipa. Nilai faktor gesek diperoleh dari diagram Moody berdasarkan nilai Reynolds dan kekasaran relatif pipa.

e. Head Losses Minor

$$h_m = K \frac{V^2}{2g}$$

Keterangan:

- h_m = Kehilangan tekanan minor (m)
- K = Koefisien kehilangan lokal (*fitting*)
- V = Kecepatan aliran (m/s)
- g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

Penjelasan:

Rumus ini digunakan untuk menghitung kehilangan tekanan akibat *fitting* seperti *elbow*, *tee*, *reducer*, *valve*, dan komponen lainnya dalam sistem perpipaan.

f. Total Dynamic Head (TDH)

$$TDH = H_{statis} + h_f + h_m$$

Keterangan:

- TDH = Total Dynamic Head (m)
- H_{statis} = Perbedaan elevasi antara sumber dan titik distribusi tertinggi (m)
- h_f = Kehilangan tekanan mayor (m)
- h_m = Kehilangan tekanan minor (m)

Penjelasan:

TDH merupakan total *head* yang harus dipenuhi oleh pompa agar sistem distribusi dapat bekerja dengan baik. Nilai ini menjadi dasar utama dalam pemilihan kapasitas pompa.

Dalam penelitian ini diperoleh:
 $TDH = 28,38$ meter

2.5 Tinjauan Pustaka

2.5.1 Sistem Distribusi Air Bersih pada Bangunan Bertingkat

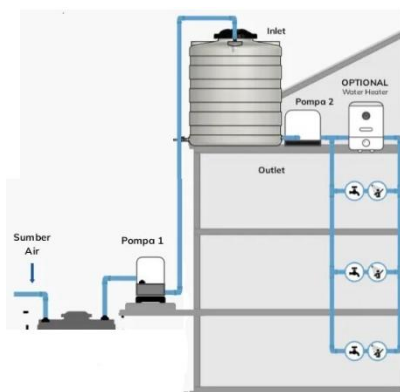
Sistem distribusi air bersih adalah sistem perpipaan yang menyalurkan air dari sumber menuju titik pemakaian. sistem ini harus mempertimbangkan debit kebutuhan, tinggi bangunan, serta tekanan yang dihasilkan pompa agar suplai air tetap stabil (Suhardiyanto, S. 2014).

“Tekanan minimum pada alat plambing adalah $0,5 \text{ kg/cm}^2$, tekanan maksimum tidak boleh melebihi 5 kg/cm^2 , dan kecepatan air dalam pipa utama tidak boleh lebih dari 3 m/s (SNI 8153 : 2015).

Menegaskan bahwa tekanan pelayanan minimum untuk sistem air bersih tidak boleh kurang dari 50 kPa ($0,5 \text{ bar}$) dan maksimum 500 kPa (5 bar) (SNI 8153 : 2025).

2.5.2 Sistem Kombinasi Gravitasi dan Pompa Pendorong

Jika Anda butuh tekanan air yang kuat, tetapi tidak ingin sepenuhnya mengandalkan pompa atau membangun tower terlalu tinggi karena alasan keamanan, maka sistem kombinasi adalah solusi ideal. Dalam instalasinya, tangki air cukup ditempatkan di dak/atap rumah seperti gambar 2.1. Dengan ketinggian tersebut, aliran ke lantai satu tetap lancar karena mengandalkan sistem gravitasi.



Gambar 2.1 Kombinasi Gravitasi dan Pompa Pendorong (Semi Gravitasi)

Sumber : Diadaptasi dari projek penulis

Sementara untuk lantai dua yang perlu tekanan lebih tinggi, Anda bisa menambahkan pompa pendorong yang

dilengkapi pressure switch otomatis. Dengan cara ini, pompa hanya aktif saat keran atau shower di lantai atas digunakan, sehingga lebih efisien dan hemat energi [10].

2.5.3 Kebutuhan Air Bersih dan UBAP

Perhitungan kebutuhan air bersih pada bangunan dilakukan menggunakan metode Unit Beban Alat Plumbing (UBAP) sesuai SNI 8153. Metode ini mempertimbangkan jumlah dan jenis alat plambing untuk menentukan debit rencana sistem.

Debit rencana menjadi dasar utama dalam menentukan diameter pipa dan kapasitas pompa.

Ukuran pipa memperhatikan karakter instalasi, kondisi tekanan dan kecepatan aliran.

1. Karakter instalasi

Pemasangan sistem plambing dalam bangunan gedung dapat berupa instalasi standar dan atau instalasi khusus.

Suatu instalasi dapat disebut sebagai instalasi standar, ketika:

- laju aliran pengambilan tidak melebihi angka yang tercantum sesuai dengan Lampiran A tabel 1;
- kebutuhan air tidak melebihi debit desain;
- tidak dirancang untuk penggunaan air secara terus-menerus. Penggunaan terus menerus didefinisikan sebagai penggunaan yang berlangsung lebih dari 15 menit (min).

Instalasi lainnya disebut sebagai instalasi khusus.

2. Kondisi tekanan

- tekanan statik di titik keluaran maksimum 5 bar (pengecualian: keran taman/garasi maksimum 10 bar);
- tekanan aliran di titik keluaran minimum $0,5 \text{ bar}$;
- beberapa titik keluaran, seperti katup pencampur termostatik, memerlukan tekanan aliran yang lebih tinggi dan harus dipertimbangkan dalam perhitungannya.

3. Kecepatan aliran

- a. pipa header dan pipa tegak, maksimum 2,0 m/s;
- b. pipa sambungan ujung buntu (dead legs) maksimum 4,0 m/s.

Penentuan ukuran pipa untuk instalasi alat plambing di suatu bangunan gedung dapat diperkirakan dari pendekatan perhitungan debit (SNI 8153 : 2025).

2.5.4 Dasar Teori Hidrolika Perpipaan

Aliran air dalam sistem perpipaan bertekanan dipengaruhi oleh:

- Head statis
 Head statis adalah penjumlahan dari *head* elevasi dengan *head* tekanan. *Head statis*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Perhitungan Kebutuhan Debit

Berdasarkan perhitungan kebutuhan air bersih menggunakan metode Unit Beban Alat Plumbing (UBAP) sesuai SNI 8153:2015 dan SNI 8153:2025, diperoleh debit rencana sistem sebesar:

$$Q = 39,6 \text{ liter/menit}$$

Debit ini menjadi dasar dalam penentuan diameter pipa, kecepatan aliran, serta evaluasi kapasitas pompa. Nilai tersebut merepresentasikan kondisi pemakaian simultan pada beban rencana bangunan rumah bertingkat yang diteliti.

3.2 Hasil Perhitungan Head Losses

3.2.1 Kehilangan Tekanan Mayor

Perhitungan kehilangan tekanan mayor dilakukan menggunakan persamaan Darcy-Weisbach. Berdasarkan panjang pipa, diameter pipa, dan kecepatan aliran hasil perhitungan, diperoleh nilai kehilangan tekanan mayor yang signifikan pada jalur distribusi utama.

Kehilangan tekanan mayor meningkat seiring bertambahnya panjang pipa dan kecepatan aliran. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan diameter pipa sangat mempengaruhi stabilitas tekanan sistem.

3.2.2 Kehilangan Tekanan Minor

Kehilangan tekanan minor dihitung berdasarkan jumlah dan jenis *fitting* seperti *elbow*, *tee*, *reducer*, dan *valve*. Akumulasi kehilangan tekanan *minor* memberikan

terdiri dari head statis sisi masuk (head statis hisap) dan sisi ke luar (head statis hisap) (Santoso, E. (2015)).

- *Head losses mayor*
 Untuk menghitung kerugian gesek antara dinding pipa dengan aliran *fluida* tanpa adanya perubahan luas penampang di dalam pipa dapat dipakai rumus yang secara matematis. Untuk aliran laminar dan turbulen terdapat rumus yang berbeda. Sebagai acuan apakah suatu aliran itu laminar atau turbulen maka dipakailah bilangan *Reynolds* (Santoso, E. (2015)).
- *Head losses minor*

kontribusi tambahan terhadap total kehilangan tekanan sistem.

Walaupun secara individual nilai kehilangan minor relatif kecil, jumlah *fitting* yang cukup banyak menyebabkan total *head loss* meningkat secara signifikan.

3.3 Total Dynamic Head (TDH) Sistem

Berdasarkan hasil perhitungan *head statis* dan seluruh kehilangan tekanan, diperoleh nilai:

$$TDH = 28,38 \text{ meter}$$

Nilai ini menunjukkan bahwa pompa yang digunakan harus mampu memberikan *head* kerja minimal sebesar 28,38 meter agar sistem dapat beroperasi dengan optimal. TDH menjadi parameter utama dalam evaluasi pompa eksisting dan penentuan alternatif pompa.

3.4 Evaluasi Pompa Eksisting

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pompa eksisting memiliki kapasitas *head* maksimum yang lebih rendah dibandingkan kebutuhan TDH sistem.

Akibatnya:

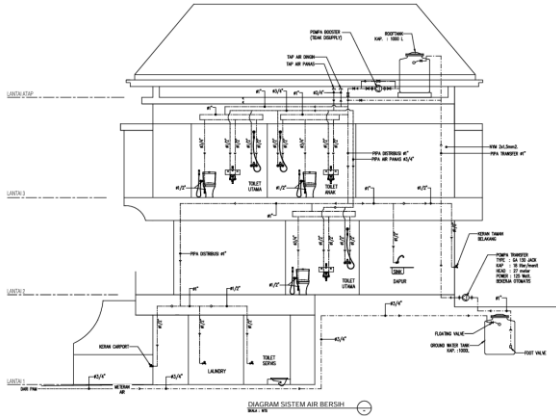
- Tekanan pada lantai atas tidak stabil
- Terjadi penurunan debit saat beban meningkat
- Sistem tidak mampu mempertahankan tekanan pelayanan sesuai standar

Dengan demikian, pompa eksisting dinyatakan tidak memenuhi kebutuhan hidrolika sistem.

Bypass Line

Penerapan sistem *bypass line* memungkinkan distribusi air tetap berlangsung meskipun terjadi variasi beban pemakaian. Sistem ini memberikan beberapa keunggulan:

1. Tekanan lebih stabil dibanding sistem gravitasi konvensional
2. Kontinuitas suplai lebih terjaga
3. Fleksibilitas integrasi booster pump di masa mendatang



Gambar 3.1 Diagram air bersih setelah *bypass*

Sumber : Diadaptasi dari proyek penulis

Dari hasil perbandingan data aktual dan perhitungan teoritis, sistem *bypass* menunjukkan peningkatan kinerja hidrolika terutama pada kondisi beban sedang.

3.6 Kesesuaian terhadap Standar SNI

Berdasarkan hasil evaluasi tekanan pelayanan pada setiap lantai, sistem yang dirancang mampu memenuhi ketentuan tekanan minimum sesuai SNI 8153:2015 dan SNI 8153:2025.

Dengan pemilihan pompa yang sesuai terhadap TDH 28,38 meter dan debit 39,6 L/menit, sistem distribusi dinilai layak secara teknis dan memenuhi standar nasional.

Analisis Kritis

Secara teknis dapat disimpulkan bahwa faktor dominan dalam kegagalan sistem eksisting bukan pada debit, melainkan pada ketidaksesuaian kapasitas *head* pompa terhadap kebutuhan TDH sistem.

Selain itu, jumlah *fitting* dan panjang pipa memberikan kontribusi signifikan terhadap *head losses*, sehingga desain perpipaan

menjadi faktor penting dalam stabilitas tekanan.

4. kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan hidrolika, evaluasi sistem eksisting, serta perancangan sistem pompa transfer dengan *bypass line* pada bangunan rumah bertingkat, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan metode Unit Beban Alat Plumbing (UBAP) menghasilkan debit rencana sebesar **39,6 liter/menit**, yang menjadi dasar dalam penentuan kapasitas pompa dan evaluasi kinerja sistem distribusi.
2. Hasil analisis kehilangan tekanan menggunakan metode Darcy-Weisbach menunjukkan bahwa akumulasi *head statis*, *head losses mayor*, dan *head losses minor* menghasilkan **Total Dynamic Head (TDH) sebesar 28,38 meter**. Nilai ini merupakan parameter kritis dalam menentukan kesesuaian pompa terhadap kebutuhan sistem.
3. Evaluasi terhadap pompa eksisting menunjukkan bahwa kapasitas *head* yang tersedia tidak mampu memenuhi kebutuhan TDH sistem. Ketidaksesuaian ini menyebabkan penurunan tekanan pada lantai atas dan berkurangnya stabilitas distribusi air, khususnya pada kondisi beban pemakaian meningkat.
4. Perancangan sistem pompa transfer dengan *bypass line* terbukti mampu meningkatkan kontinuitas suplai dan stabilitas tekanan dibandingkan sistem gravitasi konvensional. Konfigurasi *bypass* memberikan fleksibilitas operasional serta mendukung kesiapan integrasi booster pump pada kondisi beban puncak.
5. Sistem yang dirancang dan dievaluasi dalam penelitian ini telah memenuhi ketentuan tekanan pelayanan dan prinsip perencanaan hidrolika sesuai **SNI 8153:2015 dan SNI 8153:2025**, sehingga secara teknis dinyatakan layak untuk diterapkan pada bangunan rumah bertingkat dengan karakteristik serupa.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan sistem

distribusi air bersih tidak hanya ditentukan oleh kapasitas debit pompa, tetapi terutama oleh kesesuaian *Total Dynamic Head* terhadap kebutuhan hidrolika sistem. Pendekatan evaluatif berbasis standar nasional yang digunakan dalam penelitian ini dapat menjadi acuan teknis dalam perancangan dan pengembangan sistem distribusi air bersih yang lebih andal, efisien, dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Anis, Samsul. (2008).** Dasar Pompa. PKUPT UNNES : Semarang
- Ahyadi, H., dkk. (2021).** Analisis kinerja sistem distribusi air bersih pada bangunan bertingkat. Jurnal PRESISI, 22(2), 45–56.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015).** SNI 8153:2015 – Sistem Plambing pada Bangunan Gedung. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2025).** SNI 8153:2025 – Sistem Plambing pada Bangunan Gedung (Revisi). Jakarta: BSN.
- Creative Communication. (2025, May 21).** Pompa Air vs Gravitasi: Mana Sistem Distribusi Air Bersih Terbaik di Rumah? - Penguin. Penguin. <https://penguin.id/tips/pompa-air-vs-gravitasi-mana-sistem-distribusi-air-bersih-terbaik-di-rumah/>
- ECLiST. (2018, November 21).** Head Loss Pada Instalasi Pipa. RUCIKA. [https://www.rucika.co.id/head-loss-pada-instalasi-pipa/\(2025\)](https://www.rucika.co.id/head-loss-pada-instalasi-pipa/(2025)). Castlepumps.com. <https://www.castlepumps.com/info-hub/pump-term-glossary>
- GA-130JACK Auto Pump - Panasonic Indonesia. (2025).** Panasonic.com. <https://www.panasonic.com/id/air-solutions/water-solutions/products/water-pumps/auto-pump/ga-130jack.html>
- Kontributor proyek Wikimedia. (2019, November 3).** dalam mekanika fluida, tinggi kolom cairan. Wikipedia.org; Wikimedia Foundation, Inc. https://id.wikipedia.org/wiki/Tinggi_tekan
- Komala, P. S. (2018).** Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih Gedung

- Rusunawa. Jurnal Dampak, Universitas Andalas.
- Permana Sidik, M., Rahayu, S., & Wiharja, H. (2022).** Analisis Perencanaan Desain Jaringan Distribusi Air Bersih pada Gedung FPTK. Vocational Education and Technology Journal, 3(2), 54–64.
- Plumbing Supply. (n.d.).** Friction Loss Tables. www.plumbingsupply.com. <https://www.plumbingsupply.com/ed-frictionlosses.html>.
- Pipe Flow Software. (2019).** Pipe Roughness. Pipeflow.com; PipeFlow.com. <https://www.pipeflow.com/pipe-pressure-drop-calculations/pipe-roughness>.
- Raswari. (1987).** Perencanaan dan penggambaran sistem perpipaan (p. 324). Penerbit Universitas Indonesia. (Original work published 2007)
- Santoso, E. (2015).** Modul Ajar Mekanika Fluida. Surabaya : Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Rivaldi, M. (2023).** Analisa Perhitungan Sistem Plumbing Air Bersih di Gedung. Jurnal Konstruksi & Teknologi Mesin, Universitas 45 Jakarta.
- Suhardiyanto, S. (2014).** Perancangan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan pada Gedung Bertingkat. Jurnal Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia.
- Setiawan, D., Abdillah, R., Supriyo, Subakti, A., Wibowo, H., (2022).** Teknik, J., Politeknik, S., Semarang, N., Soedarto, J., Tembalang, S., & Semarang, K.
- Shimizu Pump Indonesia. (2023).** Katalog pompa BWJT 2-4.
- Shimizu Pump Indonesia. (2023).** Katalog pompa PLW-300 BIT.
- Taufik, I. (2021).** PUMP BASIC (Vol. 76, p. 76). Pustaka Rumah C1nta. (Original work published 2021).
- Yanuar, E. E., & Setyo Nugroho. (2016).** Analysis of the Effect of By-pass Pumping System Application on the Efficiency of the Pump and Process. Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan,” B3–B3. <https://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/kejuangan/article/view/1521>.

