

PENERAPAN DAN SOSIALISASI PIPA RESAPAN HORIZONTAL PADA MUSLIMIN SCHOOL DI THAILAND

Faisal Yusuf ¹⁾, Ngudi Hari Crista ¹⁾, Herman Paninggiran ¹⁾, Trias Widorini ¹⁾, Safrina Dina Azkiya ¹⁾, Dhimas Sasongko Adji ¹⁾, Andhika Rizal Saputra ¹⁾, Marsela Ragil Putri ¹⁾, Prita ¹⁾

¹⁾ Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Semarang

Jl. Soekarno Hatta, RT.7/RW.7, Tlogosari Kulon, Pedurungan, Semarang, Jawa Tengah 50196

*E-mail: faisal@usm.ac.id

ABSTRACT

This article presents the socialization and implementation of Horizontal Infiltration Pipes at Muslimin Schools in Thailand. The aim of this socialization is to introduce the research findings of Dr. Ir Edy Susilo, MT Lecturer at Semarang University, where using a simple pipe can have the ability to absorb runoff or flood water that is absorbed into the ground. In this socialization, participants consisting of teachers and students in carrying out community service activities showed that the training participants were able to properly know and understand knowledge in the field of piping and hydro which aims to be an alternative for storing water in the ground.

Keyword: Horizontal infiltration pipe, Muslimin School.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang berada di perkotaan berdampak meningkatkan kebutuhan terhadap bangunan pendukung baik dari segi kebutuhan tempat tinggal maupun kebutuhan infrastruktur yang dapat mempermudah pergerakan penduduk. Hal tersebut mengakibatkan perubahan tata guna lahan yang belum terbangun menjadi lahan terbangun dan infrastruktur di suatu perkotaan. Peningkatan jumlah penduduk berdampak pada meningkatnya jumlah pemanfaatan lahan kosong menjadi lahan terbangun (perumahan, perkantoran, industri, tempat pendidikan, tempat peribadatan). Dampak dari perubahan tata guna lahan berupa meningkatnya jumlah *runoff* yang terjadi di Kota Patalung ketika turun hujan, mengakibatkan terjadi genangan dan banjir di wilayah tersebut.

Penanganan banjir yang telah dilakukan oleh Pemerintah Thailand hingga saat ini berupa normalisasi Kanal

besar dan sistem polder. Pembangunan sistem polder yang telah dilengkapi oleh pompa banjir. Selain itu usaha untuk mereduksi banjir dilakukan dengan membangun beberapa embung yang telah dilakukan oleh pemerintah daerah berkolaborasi dengan kementerian pekerjaan umum masih mengalami genangan banjir.

Penangan banjir dengan bangunan berupa saluran, polder, kolam retensi, dan embung sifatnya hanya menahan, memindahkan, dan menampung dengan kapasitas serta durasi yang terbatas. Usaha mengurangi *runoff* dapat dilakukan juga dengan usaha meresapkan air ke dalam tanah seperti menggunakan biopori, sumur resapan, Pipa Resapan Vertikal (PRV). Kapasitas sumur resapan untuk meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah khususnya dinding rapat relatif kecil, sehingga dibutuhkan inovasi bangunan resapan yang lebih besar (Edy et al., 2018). Salah satu inovasi terbaru berupa Pipa Resapan Horizontal (PRH) dengan hasil uji menunjukkan kinerja

PRH dapat meresapkan air ke dalam tanah 20-30 kali lebih besar daripada sumur resapan dan biopori (Kinerja Pipa resapan Sebagai Pendukung Konservasi Air oleh Edy Susilo). Sehingga PRH dapat digunakan untuk salah satu usaha dalam penanganan genangan dan banjir di suatu Kawasan.

Latar Belakang

Kota Patalung sering dilanda bencana, dimana terdapat dua jenis bencana yang sering melanda yaitu bencana geologi dan hidrometeorologi.

Bencana hidrometeorologi banjir adalah bencana yang paling banyak merugikan masyarakat Thailand baik kerugian materil maupun immateril. Bencana hidrometeorologi banjir di Thailand, dipengaruhi oleh faktor meteorologi yaitu intensitas curah hujan, sedangkan faktor hidrologi dipengaruhi oleh kemampuan dan kapasitas daerah aliran sungai beserta inlet dan outlet sungai dalam menampung air limpasan, tutupan lahan, kelembaban tanah dan tingkat ketersediaan air di bawah tanah

Peningkatan aliran permukaan yang menimbulkan bencana perubahan tataguna lahan dari lahan hijau dan terbuka menjadi lahan tertutup bangunan dan infrastruktur. Upaya untuk mereduksi banjir dan menambah persediaan air tanah harus dilakukan dengan cara meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah. Salah satu variabel yang dibutuhkan untuk mengetahui peresapan air ke dalam tanah adalah permeabilitas tanah. Pengujian permeabilitas sangat diperlukan untuk mendapatkan besarnya peresapan air ke dalam tanah.

Pemasangan PRH merupakan salah satu cara untuk meresapkan air ke dalam tanah. Efisiensi PRH terbukti selalu lebih efisien dan efektif dibandingkan dengan sumur resapan dan biopori. Beberapa PRH telah dipasang dan tersebar di

wilayah kekeringan dan daerah banjir. Minimnya pengamatan terkait kinerja PRH mengakibatkan belum adanya laporan pasti dari pengaruh pemasangan PRH tersebut. Dengan demikian maka perlu dilakukan monitoring dan evaluasi terhadap PRH yang telah dipasang untuk mengetahui tingkat efisiensi dan efektifitas.

Tujuan Kegiatan

Maksud dari sosialisasi dan Pengenalan Pemasangan Pipa Resapan Horizontal di Patalong Thailand adalah salah satu kegiatan KKN internasional antara Universitas Semarang bekerja sama dengan Al hidayah Waqaf Foundation for Education and Social Development, untuk mengembalikan aliran permukaan seperti sebelumnya harus dilakukan peresapan air oleh bangunan yang memiliki kapasitas resap yang memadai dan tidak menimbulkan kekhawatiran akan pencemaran. sebagai upaya pengendalian banjir Tujuan dari sosialisasi dan pengenalan Pemasangan Pipa Resapan Horizontal adalah untuk mengetahui pengaruh PRH dalam menaikkan muka air tanah dan mereduksi debit

Manfaat Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat

Dari Sosialisasi yang telah dilakukan pada pengenalan pemasangan PRH maka dapat diambil manfaat antara lain:

- 1) Dapat menyelenggarakan Sosialisasi dan pelatihan kepada masyarakat, terutama yang memiliki keterbatasan akses atau pengetahuan terhadap pipa resapan horizontal dengan demikian, masyarakat dapat meningkatkan pengetahuan tentang penggunaan air dan penyimpanannya didalam tanah.

- 2) Dosen dan mahasiswa dapat bekerja sama dengan masyarakat dalam mengembangkan pengetahuan pemanfaatan air yang dapat membantu memecahkan masalah lokal atau meningkatkan efisiensi dalam kehidupan sehari-hari.

Kegiatan pengabdian masyarakat Universitas Semarang dalam bidang Pipa Resapan horizontal ini tidak hanya membantu masyarakat dalam meningkatkan penguasaan teknologi hidro, tetapi juga secara keseluruhan memberikan wawasan baru yang relevan dan berguna bagi kemajuan masyarakat dalam penguasaan pemanfaatan air bersih dari air limpasan dan banjir. Dengan adanya sinergi ini, diharapkan bahwa kegiatan pengabdian masyarakat dapat memberikan dampak positif dan berkelanjutan bagi masyarakat serta mendorong pengembangan komunitas yang lebih baik secara keseluruhan.

TINJAUAN PUSTAKA

M Sukmono (2015) sumur resapan di saluran air hujan dengan diameter 10 cm dan kedalaman 2.10 m yang berlokasi di Kelurahan Maleber Kecamatan Andir Kotamadya Bandung, yang merupakan wilayah padat hunian. Dengan memberikan debit tertentu pada saluran air hujan di lokasi penelitian dimana sumur resapan dibuat, diukur air yang dapat diresapkan oleh sumur resapan dan diukur tinggi air di sumur resapan. Penelitian ini dilakukan di lapangan agar data yang didapat merupakan data sebenarnya dari lokasi penelitian, tetapi untuk data tanah dilakukan pengujian di laboratorium mekanika tanah. Dari hasil pengukuran di lokasi selama penelitian, air yang diresapkan oleh sumur resapan adalah 0.2435 m^3 , tinggi muka air dengan formula yang diusulkan Sunjoto mendekati tinggi muka air hasil pengukuran. Nilai koefisien

permeabilitas adalah $0,00002846 \text{ m/det}$, sehingga dapat dibuat sumur resapan dengan jarak 10 m antara sumur resapan untuk dapat menaikkan muka air tanah dangkal secara optimal.

Ratna dkk, (2022) penelitian yang dilakukan menggunakan data hujan stasiun Gunung Pati Semarang, distribusi hujan menggunakan metode Log Person Type III, perhitungan debit banjir menggunakan metode Gama I, Nakayasu, ITB-1, dan ITB- 2, dimensi pipa resapan horizontal sebesar 16,5 cm, panjang pipa sebesar 400 cm, porositas dinding pipa sebesar 0,032; debit banjir tahun 2007 sebesar $32,78 \text{ m}^3/\text{detik}$; perubahan koefisien pengaliran akibat perubahan tata guna lahan tahun 2007 sampai dengan tahun 2020 sebesar 0,08; debit banjir tahun 2020 sebelum dipasang piparesapan horizontal sebesar $40,73 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan debit banjir tahun 2020 setelah dipasang pipa resapan horizontal sebesar $32,98 \text{ m}^3/\text{detik}$; serta membutuhkan pipa resapan sebanyak 1001 unit untuk mencapai kondisi zero ΔQ dengan debit yang direduksikan sebesar $7,75 \text{ m}^3/\text{detik}$

Berdasarkan tinjauan pustaka tersebut menunjukkan bahwa perhatian penanganan limpasan air dan penanggulangan dengan pipa horizontal maupun vertikal sangat efektif.

METODE KEGIATAN

Metode yang digunakan pada kegiatan pengabdian dibuat agar peserta dapat memahami materi yang disampaikan sehingga dapat diimplementasikan dalam praktek pipa resapan. Pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, pelaksanaannya berupa Sosialisasi yang meliputi:

- 1) Ceramah dan presentasi yang berisi tentang tujuan pengabdian dan evaluasi hasil pengabdian pipa resapan Horizontal.

- 2) Penggunaan metode tanya jawab dilakukan sebagai bentuk komunikasi yang dijalin antara instruktur dengan peserta. Metode tanya jawab akan dilakukan di dalam kelas dan dimaksudkan untuk merespon keingintahuan peserta mengenai teknik yang sedang diajarkan. Metode tanya jawab dapat berkembang kepada metode tutorial jika instruktur merasa perlu menunjukkan kepada peserta mengenai teknik yang sedang diajarkan.



Gambar 1. Penyampaian materi Pipa Resapan

Indikator pencapaian dari pelaksanaan pelatihan dibagi menjadi dua bagian yaitu pencapaian pemberi materi dan pencapaian peserta. Untuk pencapaian pemateri dapat diketahui dari:

- 1) Pemateri mampu memberikan penjelasan yang dapat membantu peserta dalam memberi gambaran dan penerapan pipa resapan horizontal di lapangan;
- 2) Pemateri mampu memberikan penjelasan kepada peserta yang mengalami kesulitan dalam membuat pipa resapan yang akan ditanam

Sedangkan untuk pencapaian peserta adalah:

- 1) Peserta mampu untuk penerapan dan pelaksanaan pipa resapan horizontal tersebut sesuai dengan gambar kerja.
- 2) Peserta mampu untuk membuat material yang akan digunakan dan ditanam di dalam tanah.

Jadwal Pelaksanaan

Dalam pelaksanaannya, sosialisasi ini dilakukan di *Muslimin School* Patalong Thailand tanggal 28 November 2023 sampai 29 November 2023 selama 2 hari. Dalam pelaksanaannya, disetiap pertemuan akan diadakan kegiatan praktik yang diawali dengan penjelasan teori dan menunjukkan teknik yang akan dilakukan dalam membuat pipa resapan tersebut. dilanjutkan dengan *review* hasil akhir serta penutupan kegiatan.

Luaran Yang Akan Dicapai

Luaran yang akan dicapai dalam pelaksanaan program pelatihan ini adalah Jenis luaran metode dari hasil pelaksanaan sosialisasi ini berupa pemberian pengetahuan dalam proses pembuatan pipa resapan dan penanaman pada lokasi. Luaran yang dihasilkan dalam bentuk produk didapatkan oleh pihak peserta karena dalam pelaksanaannya, pelatihan ini juga dalam bentuk praktik membuat materi perlubangan pipa sampai kepada penggabungan dan penanaman di tanah, seperti yang terlihat pada gambar di bawah.



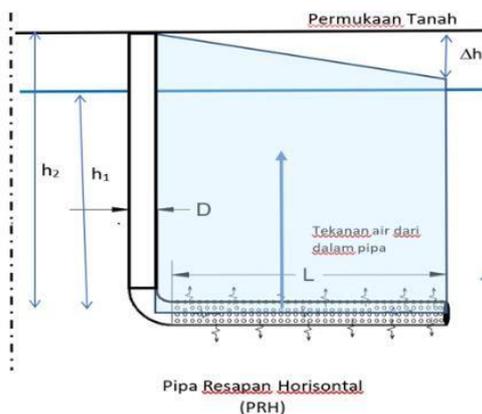
Gambar 2. Pemasangan Pipa Resapan Horizontal didalam tanah

Materi Kegiatan

Dalam pelaksanaan program pelatihan ini, materi yang digunakan telah disesuaikan dari modul yang digunakan pada pelatihan. Modul yang digunakan dalam pelatihan ini dibuat berdasarkan penelitian yang pernah dilaksanakan

PRH Di Bawah Permukaan Air Tanah

Penempatan dan diagram tekanan air pada PRH dalam kondisi pipa di bawah MAT dapat dilihat pada Gambar 3.



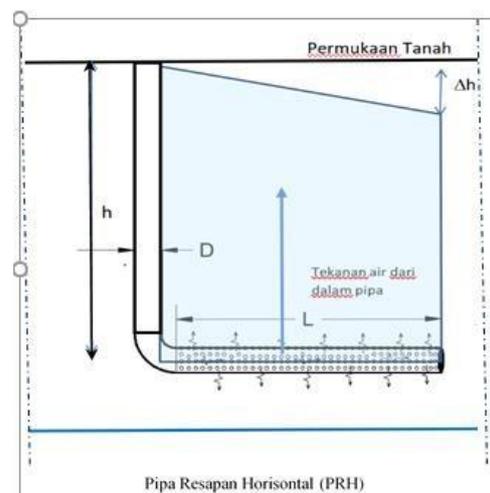
Gambar 3. Diagram Tekanan Air pada PRH di bawah MAT

Dalam kondisi PRH (Gambar 3) di bawah MAT seluruh pipa terendam, tekanan air efektif yang bekerja pada ujung pipa horizontal di awal masuk pipa adalah tekanan air di dalam pipa setinggi

h_2 di kurangi tekanan air di luar pipa setinggi h_1 .

PRH Di Atas Permukaan Air Tanah

Penempatan dan diagram tekanan air pada PRH dalam kondisi pipa di atas MAT dapat dilihat pada Gambar 4. Dalam kondisi PRH (Pandolfi et al., 2024) di atas MAT, tekanan air efektif yang bekerja pada pipa hanya tekanan air dari dalam pipa itu sendiri. Tekanan hidrostatik pada PRH semula sebesar $(m.g.h)$ selanjutnya sepanjang pipa L menurun sebesar kehilangan tekanan dan berkurangnya kecepatan. Debit resapan melalui pipa tidak hanya ditentukan oleh tinggi tekanan air saja. Variabel permeabilitas juga sangat berpengaruh terhadap peresapan air di dalam tanah. Permeabilitas tanah tergantung pada gradasi dan porositas. Pengukuran porositas tanah pada kedalaman tertentu dengan tetap mempertahankan tekanan asli tanah saat pengambilan sampel sangat sulit. Dengan memodelkan partikel tanah dengan tekanan dan kedalaman berbeda diperoleh hubungan antara tekanan dan permeabilitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa permeabilitas menurun dengan bertambahnya kedalaman (Jichao, 2018).



Gambar 4. Diagram Tekanan Air pada PRH di Atas MAT

Pengamatan infiltrasi dan permeabilitas tanah dari permukaan sampai kedalaman 113 cm untuk tanah dengan bahan induk batu liat dan kedalaman 145 cm untuk tanah dengan bahan induk batu pasir menunjukkan bahwa semakin dalam infiltrasi dan permeabilitas tanah semakin menurun (Ajidirman, 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian dalam bentuk sosialisasi pemasangan PRH (Pipa Resapan Horizontal) memiliki relevansi dengan kebutuhan penguasaan teknologi dalam bentuk penguasaan ilmu hidro sebagai upaya alternatif penyediaan air bersih di lapangan serta sebagai upaya dalam penanggulangan bencana kususnya banjir dan limpasan air hujan.. Selain itu Para peserta yang berasal dari *Muslimin School* yang terdiri dari guru dan siswa menganggap dengan adanya program sosialisasi pelatihan ini dapat membantu mereka untuk menambah pengetahuan mengenai bagaimana merancang penemuan pipa yang sangat sederhana tetapi mempunyai fungsi yang sangat besar.

Berdasarkan tanya jawab dan pengamatan langsung selama kegiatan berlangsung, kegiatan sosialisasi ini memberikan hasil sebagai berikut:

- 1) Meningkatnya pengetahuan dan pemahaman peserta dari kalangan lulusan *Muslimin School* (SMK sederajat) dalam menguasai praktek dasar dari penguasaan pembuatan pipa PRH.
- 2) Meningkatnya keterampilan peserta dalam pengenalan teknologi tepat guna yang sederhana yang digunakan dalam peresapan air ke dalam tanah sehingga dimungkinkan untuk menambah pengetahuan mereka dalam bentuk praktek kerja nantinya.

Tidak jauh berbeda dari pelaksanaan program pengabdian masyarakat yang pernah dilakukan. Dalam pelaksanaan pelatihan ini terdapat beberapa faktor yang mendukung terlaksananya kegiatan pengabdian pada masyarakat ini adalah bantuan yang dilakukan oleh pihak *Muslimin School* dalam memberikan fasilitas yang mendukung terlaksananya program pengabdian masyarakat ini serta besarnya minat dan antusiasme peserta pada saat berlangsungnya kegiatan, terlihat dari tanya jawab sehingga kegiatan berlangsung dengan lancar. Serta waktu kehadiran dari peserta yang tepat waktu. Sehingga tidak mengganggu aktifitas yang sedang berlangsung.

Dalam pelaksanaan pelatihan ini terdapat beberapa faktor penghambat adalah keterbatasan waktu Sosialisasi karena pada saat pelaksanaan, masih terdapat peserta yang ingin menambah pengetahuan secara teoritis melalui penjelasan yang dilakukan antara peserta dengan instruktur serta adanya kesulitan dalam berkomunikasi sehingga perlu adanya penterjemah dari Bahasa Inggris ke Bahasa Thai.



Gambar 5. Macam dan bentuk PRH

Pada gambar 5 peserta diperkenalkan dengan tipe dan model pipa resapan horizontal dari diameter 5 cm, 8 cm, dan 10 cm, dan cara menyusun bagian pipa dengan bagian lain sehingga membentuk satu kesatuan PRH yang siap ditanam, untuk model dan bentuk

Untuk mengetahui keberhasilan dan pemahaman peserta terhadap materi PRH

maka hasil *pre test* akan dibandingkan dengan hasil *post test*. Untuk mengetahui kualifikasi keberhasilan yang didasari atas kriteria interpretasi skor sebagai berikut:

Tabel 1.
Kriteria Interpretasi Skor

Tingkat Pencapaian (%)	Kualifikasi
81% -100%	Sangat Baik
61% - 80%	Baik
41% - 60%	Cukup
21% - 40%	Kurang
0% - 20%	Sangat Kurang

Evaluasi keberhasilan warga berdasarkan hasil *pre test*

Tabel 2.
Hasil *Pre test*

No	Nama	Tahu	Tidak Tahu
1	Saniet roex	10	0
2	Hasan Pasedram	9	1
3	Farhan Muhammad Rafif	9	1
4	Patria Fredy Susanto	9	1
5	Andreas AV	10	0
6	Carna Mudian	1	9
7	Habis lutfai	2	8
8	Galang	10	0
9	Armino	10	0
10	Jaye	10	0
TOTAL		80	20

Tabel 3.
Hasil *Post test*

No	Nama	Tahu	Tidak Tahu
1	Saniet roex	10	0
2	Hasan Pasedram	10	0
3	Farhan Muhammad Rafif	10	0

4	Patria Fredy Susanto	10	0
5	Andreas AV	10	0
6	Carna Mudian	10	0
7	Habis lutfai	10	0
8	Galang	10	0
9	Armino	10	0
10	Jaye	10	0
TOTAL		100	0

Mengkaji berdasarkan hasil dari Sosialisasi, didapatkan hasil bahwa para peserta 80% dapat memahami dengan baik materi yang disampaikan. Sedangkan 20% baru mampu menguasai setelah diberikan penjelasan dan pengulangan serta Tanya jawab, Indikator penilaian ini didapat berdasarkan penggunaan materi pada hari pertama. Pada penggunaan materi kedua didapatkan hasil 100% peserta dapat memahami penggunaan pipa PRH. Terdapat faktor yang menjadi pendorong yang mempengaruhi kelancaran pelaksanaan kegiatan ini yaitu adanya keinginan peserta untuk memperoleh dan menambah pengetahuan serta keterampilan untuk bisa menguasai materi tersebut untuk diterapkan di *Muslimin School*.

Dengan adanya kegiatan ini, diharapkan dapat menyesuaikan dengan pemenuhan kebutuhan air di daerah kering dan peresapan air limpasan ke dalam tanah dapat terealisasi.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan dari pelaksanaan kegiatan pengabdian pada masyarakat dalam bentuk Sosialisasi ini dapat disimpulkan bahwa: Hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menunjukkan peserta pelatihan dapat dengan baik mengetahui dan memahami pengetahuan dalam bidang perpipaan dan

hidro yang bertujuan sebagai alternatif penyimpanan air di dalam tanah.

Dengan memanfaatkan metode contoh material serta cara pembuatannya, demonstrasi oleh pemateri para peserta dapat mengetahui secara langsung jenis ukuran dan bentuk pemodelan macam macam pipa resapan.

Saran

Saran yang diajukan berdasarkan hasil dari pelaksanaan kegiatan ini adalah agar peserta dapat menyampaikan dan menyebarluaskan pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh kepada masyarakat yang sering banjir dan kekeringan.

Dengan adanya sosialisasi ini hendaknya hasil tersebut dapat menjadi pelengkap pengetahuan dan keterampilan, yang selanjutnya dapat di praktekkan dan dikembangkan menjadi salah satu alternatif pemanfaatan air tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- M.Sukmono. (2015). *Kemampuan Sumur resapan selama 40 hari pada awal musim hujan wilayah studi kelurahan maleber kota Bandung*. <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/potensi/article/view/515/386>
- Ratna Chuswatun Kholifah, Rindang Aldhyantie, Edy Susilo, Diah Setyati Budiningrum. (2022) *Analisa Kebutuhan Pipa Resapan Horizontal dalam Mengimplementasikan Zero ΔQ Policy*. Jurnal Riptek. <http://ripteck.semarangkota.go.id>
- Edy, S, Suripin, & Suharyanto. (2018). *Field performance of shallow recharge well*. MATEC Web of Conferences, 195. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20%201819505006>
- Edy, Susilo, Suripin, & Suharyanto. (2020). *Perforated horizontal recharge pipe modeling with non-linear regression*. International Journal of Engineering Research and Technology, 13(7), 1724–1734.
- Elsa, R., Sujatmoko, B., & Fauzi, M. (2018). *Efektifitas Pemanfaatan Sumur Resapan Untuk Mereduksi Limpasan Permukaan*. Jom FTEKNIK, 5(2), 1–7.
- Fetter, C. W. (1994). *Applied Hydrogeology (3rd ed.)*. Prentice - Hall.
- Forchheimer, P. (1930). *Hydraulik*. Leipzig, Berlin, B.G. Teubner.
- Hashemi, H., Berndtsson, R., Kompanizare, M., & Persson, M. (2012). *Natural Vs. Artificial Groundwater Recharge, Quantification Through Inverse Modeling*. Hydrology and Earth System Sciences, 17, 637-650.
- Hosmer, D., & Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression*. In John Wiley and Sons, Inc.
- Hussain, F., Hussain, R., Wu, R. S., & Abbas, T. (2019). *Rainwater Harvesting Potential And Utilization For Artificial Recharge Of Groundwater Using Recharge Wells*. Processes, 7(9). <https://doi.org/10.3390/pr7090623>
- Jichao, S. (2018). *Permeability of Particle Soils Under Soil Pressure*. Springer Nature, 123(2), 257–270. <https://doi.org/10.1007/s11242-018-1038-x>
- Lambert, A. (2000). *What Do We Know About Pressure: Leakage Relationships in Distribution Systems?*. IWA Conference on Systems Approach to Leakage Control and Water Distribution

- System Management, May 2000, 1–8.
- Rossmann, L. A., & Huber, W. C. (2016). *Storm Water Management Model Reference Manual Volume 3 – Water quality (revised)*. (EPA/600/R-15/162A). U.S. Environmental Protection Agency, I (January), 231.
- Semarang, B. P. S. (2022). *Kota Semarang dalam Angka*. Semarang: Badan Pusat Statistik Kota Semarang.
- SNI 8456. (2017). *Standar Nasional Indonesia: Sumur dan parit resapan air hujan*.
- Sriyono, E. (2013). *Kajian Hitungan Debit Aliran Melalui Pipa Berpori Terhadap Kapasitas: Media Porous, Pori Pipa, dan Orifice*. JURNAL TEKNIK, 3(1).
- Sunjoto. (1989). *Teknik Konservasi Air pada Kawasan Pemukiman*. Media Teknik, 2, 76–82.
- Sunjoto, S. (2008). *The Recharge Trench As a Sustainable Supply System*. Journal of Environmental Hydrology, 16(January), 1–11.
- Susilo, E., Sudarmanto, B., & Purnijanto, B. (2017). *Kajian Empiris Sumur Resapan pada Tanah Silt Teknika*. 12(2),37. <https://doi.org/10.26623/teknika.v12i2.641>
- Wigati, R., & Cahaya S, A. (2014). *Efektifitas Penerapan Sumur Resapan dalam Mereduksi Beban Aliran Limpasan Permukaan Sub DAS Cisimeut sebagai Upaya Pengelolaan Banjir*. JURNAL FONDASI, Volume 3 Nomor 1, 3, 24–35.
- Yulia, Alfiansyah, Y., & Sugianto. (2014). *Studi Laju Infiltrasi Kawasan Dengan Menggunakan Lubang Biopori Sebagai Upaya Penurunan Tinggi Genangan Dan Upaya Konservasi Air Tanah*. Jurnal Teknik Sipil Universitas, Pascasarjana Syiah Kuala, 3(3), 138–147.
- Ajidirman. (2005). *Kajian Laju Infiltrasi dalam hubungannya dengan pergerakan Bahan Liat Penyusun tubuh Tanah Berbahan Induk Batu Liat dan Pasir*. J. Solum Vol.2 No.2, Juli 2005: 74-80.