

Perancangan Skema Penyediaan Air Baku Mandiri di Area Gedung Fakultas Teknik Universitas Pancasila Jakarta Selatan

The Design of Self Supporting Water Supply Schemes in The Faculty of Engineering Building's Area, Pancasila University, South Jakarta

Atie Tri Juniati¹⁾ Bambang Soenarto²⁾* Muhammad Humaam Al Hasyir³⁾

¹⁾Universitas Pancasila;
Jl. Lenteng Agung Raya No.56, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, Indonesia

^{2,3)}Universitas Tama Jagakarsa
Jl. TB Simatupang No.152, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, Indonesia

*Corresponding author: bsoenarto45@gmail.com

Diterima: 13 Juli 2024; Direvisi: 04 Oktober 2024; Disetujui: 19 Mei 2025

Abstract

In recent years, students and academic staff at the Faculty of Engineering, Universitas Pancasila, South Jakarta, have experienced domestic water shortages due to insufficient water supply. To address this, a rainwater harvesting scheme utilizing AARS (Artificial Aquifer and Rainwater Storage) and NARS (Natural Aquifer and Rainwater Storage) systems is proposed. Calculations indicate the need for 16 standard AARS units, but two alternatives have been designed to reduce costs and optimize available land. Alternative 1 proposes 6 AARS units (9.30 m x 3.33 m x 2.50 m) with maintenance wells measuring 1.50 m in diameter and 7 m in depth, while Alternative 2 consists of 3 units (9.0 m x 5.29 m x 2.50 m) with similar maintenance wells. Both alternatives offer a water production capacity of 4,350 liters/day. Additionally, the remaining 998 m² of roof area will be utilized in a shallow NARS scheme. In a 20 m x 35 m parking lot, 20 NARS units and 2 utilization wells are planned, with excess water discharged into surrounding areas. The combined AARS-NARS system can meet the Faculty's daily water demand of 6 m³, with AARS supplying 4.35 m³ and NARS covering the remaining 1.65 m³. This system combination has the potential to be a sustainable solution for urban water needs, with its implementation expected to serve as an efficient water management model, especially in urban environments.

Keywords: rainwater, water demand, water product, AARS and NARS.

Abstrak

Beberapa tahun terakhir, kekurangan air domestik telah dialami oleh para mahasiswa dan staf akademik dari Fakultas Teknik Universitas Pancasila, Jakarta Selatan. Kapasitas sistem perpipaan tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air harian karena berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, perlu disediakan air tambahan, dan satu-satunya sumber yang tersedia adalah air hujan melalui skema pemanenan air hujan. Skema ini dirancang untuk dibangun di sekitar bangunan fakultas, yang terdiri atas bangunan ABSAH (Akuifer Buatan dan Simpanan Air Hujan) dan ANSAH (Akuifer Natural dan Simpanan Air Hujan). Perhitungan menunjukkan dibutuhkan 16 unit ABSAH standar, namun untuk menghindari biaya tinggi dan mempertimbangkan ketersediaan lahan, dirancang 2 alternatif sistem ABSAH. Alternatif 1 terdiri atas 6 unit ABSAH berukuran masing-masing 9,30 m x 3,33 m x 2,50 m dengan 1 sumur pemeliharaan diameter 1,50 m dan kedalaman 7 m. Alternatif 2 terdiri atas 3 unit ABSAH berukuran 9,30 m x 5,29 m x 2,50 m dengan spesifikasi sumur yang sama. Kapasitas produksi air kedua alternatif tersebut mencapai 4.350 liter/hari. Sisa atap 998 m² dimanfaatkan dalam skema ANSAH dangkal. Di area parkir seluas 20 m x 35 m, direncanakan pembangunan 20 unit ANSAH dan 2 sumur pemanfaatan, dengan kelebihan air dialirkan ke area sekitar. Sistem gabungan ABSAH-ANSAH mampu memenuhi kebutuhan air harian sebesar 6 m³, dengan ABSAH menyuplai 4,35 m³ dan ANSAH mencukupi 1,65 m³ sisanya. Kombinasi sistem ini berpotensi menjadi solusi berkelanjutan bagi kebutuhan air di wilayah perkotaan, serta diharapkan dapat menjadi model pengelolaan air yang efisien, khususnya di lingkungan perkotaan.

Kata kunci: air hujan, kebutuhan air, produksi air, ABSAH dan ANSAH.

PENDAHULUAN

Latar belakang

Terdapat dua pengertian untuk istilah kekeringan air. Pertama adalah kekeringan air alami (*drought*), yang terjadi ketika suatu daerah mengalami kekurangan curah hujan dalam jangka waktu yang panjang, sehingga sumber-sumber air alami seperti sungai, danau, dan waduk mengalami penurunan volume yang signifikan (Wilhite & Glantz, 1985). Kedua adalah kekeringan air akibat aktivitas manusia, yang disebut dengan kekurangan pasokan air (*water shortage*). Kondisi ini terjadi ketika kebutuhan air suatu daerah melebihi kapasitas penyediaan air yang ada, meskipun curah hujan sebagai sumber air tergolong tinggi. Contohnya adalah DKI Jakarta, yang mengalami masalah kekurangan air akibat pertumbuhan populasi yang pesat, urbanisasi, dan tata kelola air yang kurang optimal (BAPPENAS, 2020). Meskipun curah hujan di Jakarta cukup tinggi, distribusi dan manajemen air yang tidak efisien menyebabkan banyak wilayah mengalami kekurangan air. Daerah Aliran Sungai utama yang berada di dalamnya adalah DAS Ciliwung (PJTII, 2019). Pasokan air selama ini berasal dari mata air dan sumur-sumur bor, serta dibantu oleh sumber air permukaan dari Sungai Citarum melalui Waduk Jatiluhur, yang berada di luar DAS Ciliwung. Kondisi ini diperparah oleh timbulnya kebocoran air oleh berbagai faktor, sementara cakupan pelayanannya hanya mencapai 60% (PDAM, 2021). Ini berarti beberapa bagian wilayah DKI Jakarta belum terlayani secara menyeluruh. Akibat kebocoran ini, kerugian dapat mencapai sekitar 202 miliar rupiah per bulan, menjadi beban tambahan selain biaya pemeliharaan sebesar 150 miliar rupiah. Kondisi tersebut menyebabkan kenaikan tarif air dari tahun ke tahun yang tidak dapat dihindari (Jakarta P. P., 2022).

Sudah menjadi pengetahuan umum bahwa tata kelola air di daerah Jakarta masih belum optimal, meskipun sumber air permukaan setempat telah dibantu oleh mata air dari wilayah Bogor dan air Sungai Citarum melalui saluran Kali Malang. Sistem penyediaan air minum dari PAM Jaya belum mampu menjangkau seluruh wilayah. Akibatnya, terjadi pengambilan air tanah secara masif di berbagai lokasi yang belum terpenuhi kebutuhan airnya, baik untuk keperluan domestik, perkotaan, maupun industri. Sebagai akibatnya, di wilayah Jakarta Utara dan sebagian Jakarta Pusat, terjadi penurunan muka air tanah dan penurunan muka tanah yang signifikan. Dampaknya adalah terbentuknya cekungan di permukaan tanah yang menyebabkan genangan saat terjadi banjir, yang harus dipompa keluar, terutama di wilayah Jakarta Utara. Meskipun telah diberlakukan Zona Bebas Air Tanah (ZOBAT) melalui Pergub DKI Jakarta Nomor 93 Tahun 2021,

implementasinya masih belum mencapai yang diharapkan. Hal ini disebabkan oleh kurangnya alternatif sumber air yang andal dan minimnya kesadaran serta kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku (Pergub DKI Nomor 93, 2021).

Banyak bangunan komersial dan industri tetap mengeksploitasi air tanah dengan alasan bahwa suplai air dari PAM Jaya belum mencukupi dari segi kuantitas maupun kualitas. Penggunaan air tanah secara terus-menerus ini tidak hanya mempercepat penurunan muka tanah, tetapi juga meningkatkan risiko intrusi air laut, terutama di wilayah pesisir seperti Jakarta Utara. Oleh karena itu, implementasi teknologi baru untuk pengelolaan air dan infrastruktur pendukung perlu dipertimbangkan untuk menciptakan sistem penyediaan air yang lebih berkelanjutan.

Penurunan muka air tanah yang berlangsung terus menerus dalam jangka waktu lama menyebabkan peningkatan biaya pemompaan, disamping semakin berkurangnya cadangan air tanah. Fenomena serupa juga terjadi di lingkungan kampus Universitas Pancasila.

Kebutuhan air saat ini di Universitas Pancasila mencapai sekitar 6.000 liter per hari, yang berasal dari dua tangki berkapasitas masing-masing 30 m³. Selama ini, Universitas Pancasila bergantung sepenuhnya pada sumber air tanah untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Namun, dengan penurunan muka air tanah yang terus berlangsung dan biaya pemompaan yang semakin tinggi, kondisi ini menjadi tidak berkelanjutan.

Situasi ini mencerminkan tantangan yang dihadapi oleh institusi pendidikan dan sektor domestik dalam mendapatkan sumber air yang andal dan terjangkau. Selain itu, tarif air yang relatif tinggi di gedung-gedung Fakultas Teknik Universitas Pancasila menambah beban operasional. Hal ini mendorong pihak kampus untuk mencari alternatif sumber air yang lebih efisien dan ekonomis guna memenuhi kebutuhan mahasiswa dan staf akademik. Alternatif yang dipilih adalah pemanfaatan air hujan yang jatuh ke atap-atap bangunan gedung-gedung Fakultas Teknik. Penggunaan air hujan ini tidak hanya berkontribusi terhadap pemenuhan kebutuhan air di dalam kampus, tetapi juga membantu mengurangi beban saluran drainase di sekitar kampus Universitas Pancasila dan menurunkan tinggi genangan saat banjir lokal terjadi.

Naskah ini bertujuan untuk menjelaskan metode pemenuhan kebutuhan air harian di kampus Universitas Pancasila melalui penerapan skema pemanenan air hujan dari atap bangunan, serta merancang instalasi atau struktur yang

dibutuhkan untuk penampungan dan pemanfaatannya. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Merancang dimensi dan ukuran bangunan ABSAH (Akuifer Buatan dan Simpanan Air Hujan).
- 2) Merancang dimensi dan ukuran komponen bangunan ANSAH (Akuifer Natural dan Simpanan Air Hujan).
- 3) Mengkombinasikan penempatan bangunan ABSAH dan ANSAH dengan mengoptimalkan penggunaan lahan yang tersedia di sekitar gedung.
- 4) Mengkaji kesesuaian konsep kombinasi bangunan ABSAH dan ANSAH dalam skenario yang paling optimal.

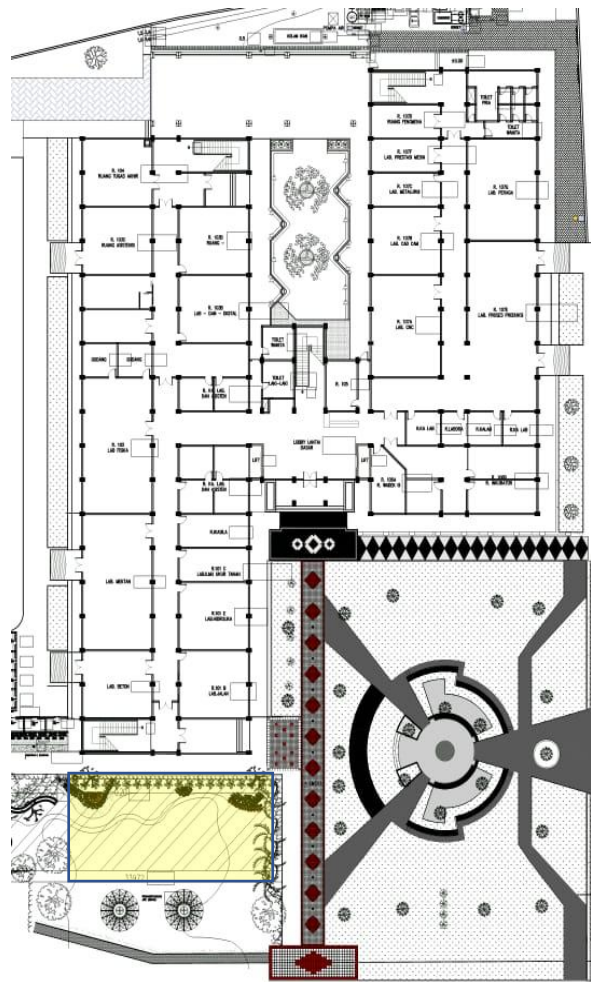
Keempat tujuan tersebut menjadi dasar pengembangan sistem baru yang tidak hanya memanen air hujan, tetapi juga menyimpannya dan memanfaatkannya secara berkelanjutan..

Lokasi gedung-gedung Fakultas Teknik, Universitas Pancasila ditampilkan pada Gambar 1, termasuk ukuran atap bangunan. Garis kuning pada bangunan gedung menunjukkan batas atap yang digunakan dalam sistem pemanenan, sementara garis kuning pada area parkir menunjukkan batas lokasi yang direncanakan untuk instalasi ANSAH di area parkir Fakultas Teknik Universitas Pancasila (FTUP).



Gambar 1 Lokasi Gedung Fakultas Teknik

Gambar 2 menunjukkan rencana lokasi bangunan ABSAH yang berada di depan Gedung FTUP, yang ditandai *highlight* warna kuning.



Gambar 2 Layout Lokasi Gedung Fakultas Teknik

Pemanenan Air Hujan

Pemanenan air hujan (PAH) merupakan metode yang efektif untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan untuk berbagai keperluan, seperti irigasi, kebutuhan rumah tangga, dan penyediaan air minum. PAH dapat mengurangi ketergantungan pada sumber air konvensional dan berkontribusi pada pengelolaan sumber daya air yang lebih berkelanjutan. Dengan meningkatnya populasi dan kebutuhan air, teknik ini menjadi solusi yang semakin relevan (Thomas & Durham, 2017).

PAH juga memiliki dampak positif terhadap lingkungan, seperti pengurangan limpasan permukaan dan pencegahan erosi tanah. PAH dapat mendukung peningkatan kualitas lingkungan perkotaan melalui pengurangan risiko banjir dan perbaikan kestabilan tanah (Agha, 2019). Selain itu, PAH meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap perubahan iklim, khususnya di wilayah yang rentan terhadap kekeringan.

Teknologi pemanenan air hujan mencakup rancangan atap yang diarahkan untuk mengalirkan air hujan ke dalam tangki penyimpanan atau sumur untuk pemanfaatan lebih lanjut. Penelitian terkini terus mengembangkan metode yang lebih efisien dan ramah lingkungan guna mengoptimalkan pemanfaatan air hujan.

Dalam konteks perubahan iklim global dan meningkatnya permintaan air, penting untuk mempertimbangkan peran air hujan sebagai bagian dari strategi keberlanjutan menjamin ketersediaan air yang cukup bagi masyarakat dan lingkungan secara keseluruhan.

Untuk mendorong penerapan sistem PAH, dukungan kebijakan sangat krusial. Penelitian oleh Kadir (2021) menyoroti perlunya kebijakan yang memfasilitasi investasi dalam infrastruktur pemanenan air hujan, serta program edukasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang manfaatnya.

Imbuhan Air Tanah

Imbuhan air tanah merupakan proses penting dalam siklus hidrologi yang bertujuan untuk meningkatkan kembali persediaan air di akuifer. Proses ini melibatkan peresapan air permukaan, seperti air hujan atau air dari sungai ke dalam tanah hingga mencapai lapisan batuan di bawah permukaan yang berfungsi sebagai penyimpan air. Imbuhan air tanah dapat terjadi secara alami melalui infiltrasi air hujan atau secara buatan melalui teknik-teknik seperti injeksi langsung melalui sumur imbuhan, penggunaan kolam infiltrasi, dan sistem perkolasi buatan. Keberhasilan proses imbuhan air tanah sangat tergantung pada kondisi geologis, jenis tanah, serta manajemen dan teknik yang digunakan. Imbuhan air tanah yang efektif dapat membantu mengatasi masalah penurunan muka air tanah, menjaga keberlanjutan pasokan air bagi keperluan domestik, pertanian, dan industri, serta mendukung keseimbangan ekosistem lokal.

Imbuhan akuifer merupakan topik yang krusial dalam manajemen sumber daya air, terutama di daerah yang rentan terhadap kekeringan dan penurunan muka air tanah. Feldier (1983) dalam studinya yang berjudul "*La re-alimentation des nappes. Etude technique de synthese*" menekankan pentingnya pemahaman teknis mengenai proses imbuhan akuifer. Penelitian ini dilakukan oleh Association Francaise pour l'Etude des Eaux di Paris, Prancis, dan memberikan pandangan komprehensif tentang teknik-teknik yang digunakan untuk meningkatkan penyerapan air ke dalam akuifer.

Ketersediaan Air Perkotaan

Ketersediaan air merupakan aspek fundamental dalam keberlanjutan ekosistem dan kehidupan manusia. Menurut Gleick (1996), ketersediaan air didefinisikan sebagai jumlah air yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan berbagai sektor seperti domestik, industri, pertanian, dan ekosistem alam.

Banyak faktor yang memengaruhi ketersediaan air, termasuk perubahan iklim, peningkatan populasi, urbanisasi, dan aktivitas manusia lainnya. Menurut penelitian oleh Vörösmarty (2000), perubahan iklim dapat mengubah pola curah hujan, mengurangi aliran sungai, dan meningkatkan frekuensi serta intensitas kekeringan. Selain itu, studi oleh Weng, Zhao, & Li (2020) menyebutkan bahwa pengelolaan sumber daya air yang tidak efisien, ditambah dengan kondisi iklim yang berubah, memperburuk situasi ketahanan air di daerah perkotaan. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya strategi adaptasi yang lebih baik untuk menghadapi tantangan tersebut, seperti peningkatan infrastruktur penyimpanan dan pengelolaan air hujan.

Aktivitas manusia seperti pertanian, industri, dan pengambilan air tanah secara berlebihan juga memiliki dampak signifikan terhadap ketersediaan air. Penggunaan air tanah yang tidak terkendali dapat menyebabkan penurunan muka air tanah, yang mengakibatkan kerusakan lingkungan seperti intrusi air laut dan subsidensi tanah (Custodio, 2002).

Penelitian oleh Aisyah, Utami, & Prasetyo (2023) menunjukkan bahwa ketahanan air di kota-kota besar seperti Jakarta sangat tergantung pada pengelolaan yang efektif dari sumber air tanah dan permukaan. Penelitian ini merekomendasikan penerapan kebijakan yang mendukung konservasi air dan penggunaan teknologi ramah lingkungan untuk meningkatkan ketersediaan air.

Untuk menjamin keberlanjutan ketersediaan air, diperlukan upaya kolaboratif yang mencakup pemahaman yang mendalam tentang dinamika sumber daya air, serta implementasi strategi manajemen yang efektif dan berkelanjutan. Penelitian lebih lanjut dan inovasi dalam teknologi pengelolaan air juga menjadi kunci untuk menghadapi tantangan di masa depan.

Kebutuhan Air Perkotaan

Kebutuhan air di kawasan perkotaan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan urbanisasi. Menurut Mahlknecht, Pahl-Wostl, & Lutz (2015), kebutuhan air di kota-kota besar

dipengaruhi oleh faktor demografis, sosial, dan ekonomi, yang menyebabkan meningkatnya tekanan pada sumber daya air yang terbatas. Ketahanan air perkotaan sangat penting untuk memastikan keberlangsungan hidup masyarakat, terutama dalam menghadapi tantangan perubahan iklim yang dapat memengaruhi ketersediaan air.

Ketahanan air perkotaan didefinisikan sebagai kemampuan suatu kota untuk mengelola dan menyediakan air secara berkelanjutan. Pahl-Worst & Castaneda (2016) mengemukakan bahwa pendekatan manajemen terpadu yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan dapat meningkatkan ketahanan sistem air perkotaan, juga menekankan pentingnya investasi dalam infrastruktur air yang tahan iklim dan adaptif untuk menghadapi kondisi cuaca ekstrem.

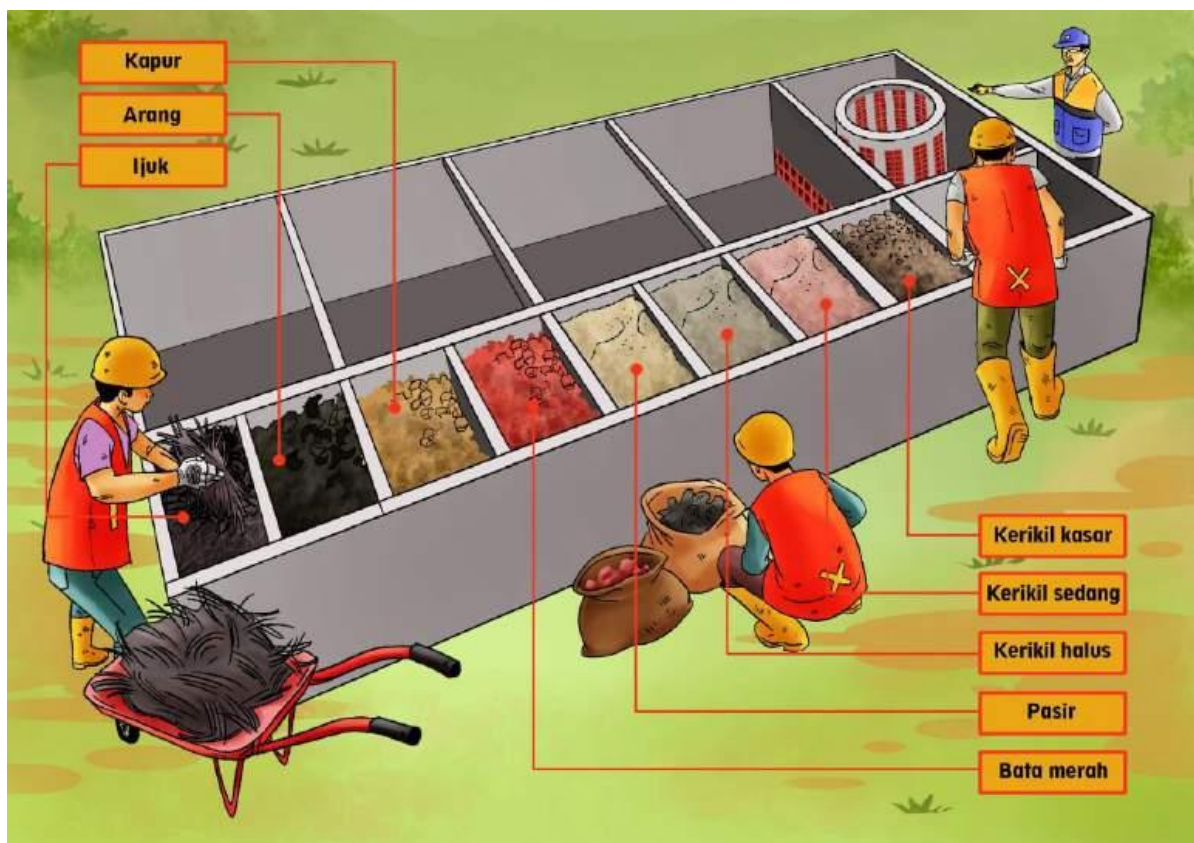
Keseimbangan ekologi perlu dipertahankan dengan mempertimbangkan kebutuhan air untuk ekosistem air tawar dan laut. Perubahan iklim, polusi air, dan degradasi lingkungan memperparah tantangan keberlanjutan sumber daya air. Pengembangan teknologi seperti ABSAH, ANSAH, desalinasi, pemulihan air limbah, dan teknik penghematan air menjadi solusi untuk meningkatkan ketersediaan air bersih.

Implementasi kebijakan air yang terpadu dan berkelanjutan penting untuk mengatur penggunaan air, mempromosikan konservasi, dan melindungi sumber daya air jangka panjang.

Bangunan ABSAH

ABSAH merupakan singkatan dari "Akuifer Buatan dan Simpanan Air Hujan". ABSAH adalah sebuah sistem atau struktur yang dirancang untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan secara efisien. Sistem ini umumnya digunakan untuk memanfaatkan air hujan yang jatuh di atap atau permukaan bangunan dan kemudian mengarahkannya ke dalam wadah penyimpanan, seperti tangki atau akuifer buatan (Soenarto, 2003).

Tujuan utama ABSAH adalah untuk meningkatkan ketersediaan air dengan cara mengurangi ketergantungan terhadap sumber air utama seperti air tanah atau air permukaan. Dengan memanfaatkan air hujan yang dapat dikumpulkan dari atap-atap bangunan, ABSAH membantu dalam memenuhi kebutuhan air untuk berbagai keperluan seperti irigasi, sanitasi, dan bahkan konsumsi manusia setelah melalui proses pengolahan yang tepat.



Sumber: (Panduan Pembangunan Akuifer Buatan Simpanan Air Hujan (ABSAH), 2020)

Gambar 3 Ilustrasi Bangunan ABSAH

Gerakan air di luar bangunan ABSAH dimulai dari terjadinya hujan yang jatuh pada atap bangunan, dan kemudian disalurkan lewat talang ke dalam bak pemasukan air yang bagian ujungnya diberi tudung saji plastik berlubang-lubang kecil sebagai penyaring. Setelah berada di dalam bak pemasukan air, maka air mengalir lewat ruang antarbutir material atau media akuifer buatan. Fungsi media ini selain sebagai penyaring, juga berfungsi menahan bakteri dan virus selama mungkin berada di dalam media agar mati, oleh karena itu tidak boleh ada sinar matahari masuk mengenai media. Fiedler (1983) menyatakan semua bakteri dan virus bisa dimatikan dalam jangka waktu kurang dari beberapa bulan, pembentukan lumut juga bisa dicegah. Hanya kista dan askaris masih sanggup bertahan selama 6 bulan, dan jika dipakai sebagai air baku air minum, maka air konsumsi harus dimasak. Fungsi media kerikil kasar adalah memudahkan air masuk ke ruang antarbutir kerikil tersebut, sebelum masuk ke media yang lebih berdiameter lebih kecil berikutnya, yaitu kerikil sedang, kerikil halus, pasir kasar, dan pasir sedang. Fungsi puing bata merah berdiameter kerikil kasar atau sedang, adalah untuk menahan suhu air tetap konstan, arang aktif untuk memusnahkan bakteri dan virus, gumpalan batugamping atau dolomit untuk menetralkan pH air (jika terjadi hujan asam) dan mencegah tumbuhnya lumut, dan ijuk untuk menahan partikel halus. Air ini selanjutnya masuk ke bak tampungan air, dan kemudian mengalir ke bak pemanfaatan air, dan dimanfaatkan airnya di bak pemanfaatan air melalui sumur yg diberi pasir berdiameter sedang dan diberi ijuk pada dindingnya. Agar reaksi kimia terjadi dimana air memperoleh mineral dari kontakannya dengan media, diharapkan kualitas air bermineral yg memadai, tentu saja tidak seefektif seperti jika melalui media akuifer alami. Aliran air harus dibuat selambat mungkin agar reaksi kimia berlangsung lebih lama. Oleh karena itu pengambilan air tidak boleh sekaligus, tetapi sesuai dengan besarnya kebutuhan air yang telah dirancang sesuai dengan penggunaannya, tidak boleh sekaligus diambil semua karena kualitas airnya menjadi kurang memadai.

Kualitas air hujan yang dipanen sering kali menjadi perhatian utama. Penelitian oleh Alizadeh (2020) menunjukkan bahwa kualitas air hujan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk polusi atmosfer dan kondisi atap tempat air ditampung. Oleh karena itu, penting untuk menerapkan metode filtrasi dan pengolahan sebelum penggunaan untuk memastikan bahwa air hujan aman digunakan.

Menurut Toth (2009) kualitas air tanah alami sangat tergantung pada kualitas air hujan yang

berinfiltrasi di permukaan tanah, bergerak di zona media tak jenuh kemudian ke media jenuh, mengalir melalui berbagai macam batuan, di mana terjadi banyak proses reaksi kimia antara air dan batuan dan terus berlangsung sampai di tempat keluarannya yaitu mata air, rembesan air sepanjang sungai (*seepage, baseflow*) atau di tepi pantai ke laut. Aliran air di dalam skema ABSAH dan ANSAH, mencoba menirukan Sistem Aliran Air Tanah di alam tersebut di atas.

Bangunan ABSAH terdiri dari bak pemasukan air, bak akuifer buatan, bak tampungan air dan bak pengambilan air (lihat Gambar 3). Bangunan ini berada di atas permukaan tanah setempat setinggi 1 m, dan berada di bawah permukaan tanah sedalam 1,5 m, sehingga kedalaman bangunan adalah 2,5 m. Yang pertama harus didesain terlebih dahulu adalah ukuran dari bak tampungan air dengan kedalaman 2,5 m, panjang 8 m, lebar (untuk sementara disebut x m) yang akan dihitung berdasarkan data curah hujan yang tersedia (lihat Tabel 1) di stasiun hujan lokasi terdekat yaitu stasiun hujan Universitas Indonesia, yang jarak antara kedua kampus dapat dilihat pada Gambar 4.



Sumber: (Google Earth, 2024)

Gambar 4 Lokasi UI dan Lokasi UP

Data curah hujan didapatkan dari Stasiun Hujan Universitas Indonesia, Universitas Indonesia dan Universitas Pancasila berada di wilayah yang sama, yakni di Depok, dengan jarak 2,5 km atau kurang dari 10 km. Secara geografis, ini menunjukkan bahwa keduanya berada dalam satu zona iklim yang sama. Wilayah yang berdekatan dalam radius kurang dari 10 km, terutama di area perkotaan, umumnya memiliki pola curah hujan yang mirip, terutama jika tidak ada perbedaan ketinggian atau kondisi geografis yang ekstrem. Oleh karena itu, data curah hujan dari UI secara teori bisa menjadi proksi atau representatif untuk wilayah Universitas Pancasila.

Tabel 1 Curah Hujan Kampus UI

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2010	136	334	284	30	157	147	142	119	279	191	282	149
2011	195	279	113	230	263	85	123	39	163	291	387	290
2012	262	321	199	320	335	160	156	10	39	144	546	458
2013	445	384	141	375	332	88	269	174	145	193	206	397
2014	706	388	295	199	488	212	215	99	22	97	455	161
2015	277	340	342	209	108	64	212	5	141	1	393	233
2016	371	620	265	427	124	365	326	394	283	364	311	192
2017	219	519	354	388	359	271	219	83	68	355	288	268
2018	86	221	243	203	201	180	44	8	185	240	291	119
2019	376	305	213	446	97	81	13	9	2	40	288	193
2020	283	519	260	314	376	45	18	135	104	277	191	165
Total	3357	4230	2709	3140	2841	1700	1736	1075	1428	2193	3636	2626
Rata-rata	305	385	246	285	258	155	158	98	130	199	331	239

Sumber: (BBWS Ciliwung Cisadane, 2024)

Jika lebar bak tampungan air ini sudah ditentukan, maka pada sisi memanjang dibuat bak-bak pemasukan air dengan panjang 2 m dan lebar 1 m dan diberi sekat di tengahnya. Selanjutnya disambungkan dengan bak akuifer buatan sepanjang 8 m dengan lebar yang juga 1 m, dan diberi sekat-sekat setiap 1 m jarak. Sekat-sekat ini sebagian diberikan rooster dan diberikan ijuk longgar pada setiap lubangnya, untuk melewatkan air yang mengalir dari bak pemasukan air, ke bak akuifer buatan, memasuki bak tampungan air menuju ke bak pemanfaatan air di mana terdapat sebuah sumur pemanfaatan semacam sumur gali. Ukuran bak pemanfaatan yang ada sumurnya dibuat sedemikian, sehingga bentuk bangunan ABSAH menjadi berukuran panjang 10 m, kedalaman 2,5 m dan lebarnya $(x+1)$ m. Bak akuifer buatan berisi material berturut-turut kerikil kasar, kerikil sedang, kerikil halus, pasir kasar, puing bata merah berukuran kerikil, arang batok, pasir kasar berisi bongkahan batu gamping (10-20 kg), ijuk, yang diisikan ke dalam ruang antar sekat. Bak pemasukan air tidak diisi apa pun. Bangunan ABSAH ini harus dibuat kedap air dan tidak boleh terkena sinar matahari untuk masuk ke dalam bangunan ini pada bagian bak mana pun, tertutup rapat di atasnya, tetapi diberikan fasilitas untuk pemeriksaan kondisi air dan material isian jika sudah terisi air (Panduan Pembangunan Akuifer Buatan Simpanan Air Hujan (ABSAH), 2020).

Pada bagian bak pemasukan air, terdapat pipa pengalir air hujan dari atap bangunan masuk ke dalam bak ini, yang sebelumnya diberi tudung penyaring sebelum masuk ke dalamnya. Pada bak pemanfaatan air, terdapat sumur pemanfaatan air berdiameter 1 m, dengan tinggi yang disesuaikan dengan kebutuhan. Pada sumur ini bisa ditempatkan pompa dragon atau pompa selam (*submersible*) listrik dengan kapasitas yang disesuaikan dengan kebutuhan.

Bangunan ABSAH ini sudah banyak diterapkan di beberapa wilayah sungai di Indonesia, dan sangat bermanfaat untuk penyediaan air baku bagi penduduk yang tinggal di wilayah-wilayah yang mengalami kesulitan air, misalnya di pulau-pulau kecil, di puncak-puncak perbukitan, di daerah rawa, di daerah berair payau dan lain-lain. Namun tampaknya bangunan ABSAH ini bisa juga merupakan bangunan penyediaan air mandiri di perkotaan, yang mengalami kesulitan perolehan air akibat berbagai faktor. Sebaiknya di dekat bangunan ABSAH ini disediakan satu sumur gali, guna untuk mendukung kegiatan perawatan atau pemeliharaan bangunan ABSAH. Filosofi tentang peranan dari masing-masing bak dari bangunan ABSAH ini bisa dirujuk ke buku Panduan Pembangunan Bangunan Akuifer Buatan Simpanan Air Hujan yang diterbitkan tahun 2020 oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, ilustrasi penggunaan ABSAH dapat dilihat pada Gambar 5.

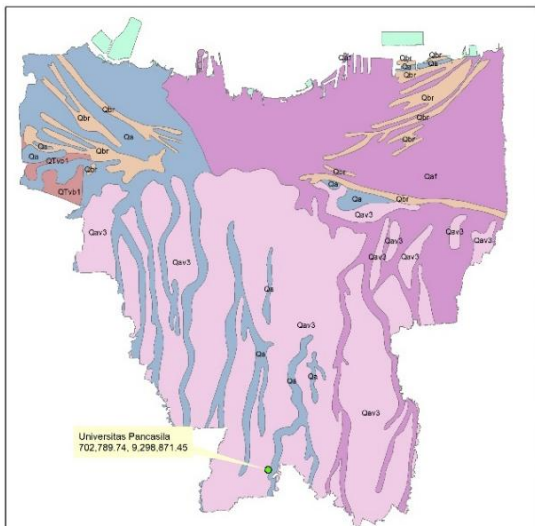


Sumber: (Panduan Pembangunan Akuifer Buatan Simpanan Air Hujan (ABSAH), 2020)

Gambar 5 Ilustrasi Penggunaan Bangunan ABSAH

Skema ANSAH Dangkal

Rencana pemanfaatan sistem ANSAH (Akuifer Natural Simpanan Air Hujan) di wilayah Universitas Pancasila, secara geologis terletak di atas formasi kipas aluvial dengan sandi Qav3, yang dapat dilihat pada Gambar 6. Formasi kipas aluvial, terbentuk oleh endapan sedimen dari aliran air yang mengalir dari daerah lebih tinggi ke daerah datar, memiliki karakteristik yang sangat mendukung untuk pengembangan sistem akuifer alami.



Sumber: (BIG, 2024)

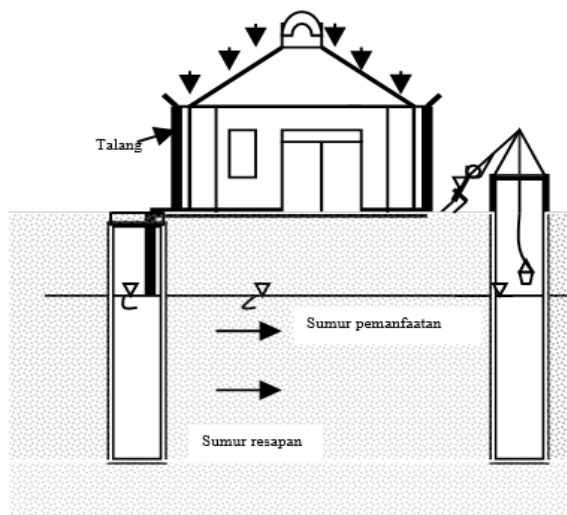
Gambar 6 Peta Lokasi Universitas Pancasila & Formasi Geologi DKI Jakarta

Sistem ANSAH dirancang untuk memanfaatkan kemampuan akuifer dalam menyimpan air hujan, dengan mengandalkan kondisi hidrogeologi yang ada di wilayah Universitas Pancasila. Struktur sedimen yang terkandung dalam formasi kipas aluvial, yang terdiri dari lapisan pasir, kerikil, dan material granular lainnya, menyediakan porositas dan permeabilitas yang cukup tinggi. Hal ini memungkinkan air hujan untuk meresap dengan efisien ke dalam tanah, dimana air tersebut dapat tersimpan dalam akuifer untuk digunakan di masa mendatang.

Keberadaan formasi kipas aluvial di lokasi ini menjadi faktor penentu dalam pengembangan dan penerapan sistem ANSAH. Potensi penyimpanan air yang besar, dikombinasikan dengan curah hujan yang memadai, menjadikan wilayah ini ideal untuk studi tentang pengelolaan akuifer dan pemanfaatan air hujan secara berkelanjutan. Dengan sistem ANSAH, diharapkan dapat dihasilkan solusi yang efektif untuk mengatasi masalah ketersediaan air, terutama di Universitas Pancasila dan sekitarnya.

Secara teknis komponen skema atau sistem ANSAH (Akuifer Natural Simpanan Air Hujan) ini lebih memanfaatkan akuifer alami yang tersedia setempat, di mana pemasukan air melewati talang bangunan dari atap bangunan gedung, untuk masuk ke dalam sumur-sumur resapan. Sebelum masuk, air harus disaring terlebih dahulu menggunakan tudung saji yang dibalik penempatannya, pengambilan air dilakukan melalui sumur-sumur

pemanfaatan. ANSAH dangkal, memanfaatkan akuifer natural yang paling dekat dengan permukaan tanah setempat, sedangkan ANSAH dalam, memanfaatkan akuifer natural yang dalam (lebih dari 50 m). Namun ANSAH yang dalam tidak disarankan untuk diterapkan, karena proses pemasukan air menggunakan banyak energi listrik (dipompa). Sementara itu skema ANSAH dangkal lebih mengandalkan energi gravitasi, di mana air yang masuk ke dalam sumur mengalir melewati bagian lubang-lubang di dinding dalam sumur-sumur resapan yang diberi ijuk. Bambang Soenarto dan Lambok Hutasoit (2009) memberi nama skema ini sebagai sistem SUSURATAN (Sumur-Sumur Resapan dan Pemanfaatan) yang dipresentasikan pada seminar geologi pada tahun 2009, skema ANSAH dangkal diperlihatkan dalam Gambar 7.



Sumber: Penggambaran Sendiri

Gambar 7 Skema ANSAH Dangkal Sumur Resapan dan Sumur Pemanfaatan

METODOLOGI

Penentuan Dimensi Bangunan ABSAH

Perancangan bangunan ABSAH dimulai dengan menentukan volume optimal dari bak tampungan air, karena dimensi ini menjadi dasar bagi desain keseluruhan sistem. Penentuan volume dilakukan menggunakan data curah hujan bulanan rata-rata selama 11 tahun yang diperoleh dari Stasiun Hujan Universitas Indonesia. Data ini dianggap representatif untuk wilayah Universitas Pancasila, karena keduanya berada di kawasan yang sama secara geografis dan iklim, dengan jarak hanya sekitar 2,5 km.

Langkah pertama adalah menghitung potensi volume air hujan yang dapat ditadah dari atap bangunan. Dalam hal ini, luas atap yang digunakan diasumsikan sebesar 100 m². Curah hujan bulanan

dikalikan dengan luas atap dan dibagi seribu untuk mengonversi satuan ke meter kubik (m³). Dari volume tersebut, dilakukan koreksi dengan mengurangi kehilangan akibat penguapan, yang diasumsikan sebesar 5%. Hasil perhitungan ini menunjukkan volume efektif air hujan yang benar-benar dapat ditampung setiap bulannya.

Selanjutnya, dilakukan estimasi kebutuhan konsumsi air per bulan yang akan dipenuhi oleh sistem ABSAH. Dengan membandingkan antara volume air yang tersedia dan kebutuhan air bulanan, dihitung selisihnya. Jika ketersediaan air lebih kecil dari kebutuhan, selisih tersebut dianggap sebagai kekurangan (defisit) dan dijumlahkan selama satu tahun. Nilai total defisit ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk menentukan kapasitas tampungan yang optimal, yakni jumlah air minimum yang harus tersedia dalam bak tampungan agar kebutuhan air tetap dapat terpenuhi sepanjang tahun.

Setelah volume tampungan optimal diketahui, dimensi bak tampungan dihitung dengan menetapkan panjang 8 meter dan kedalaman 2,5 meter. Lebar bak menjadi variabel yang dihitung dari volume optimal dibagi luas dasar (panjang × kedalaman). Dimensi ini kemudian menjadi acuan untuk merancang elemen bangunan lainnya, seperti bak pemasukan, bak akuifer buatan, dan bak pemanfaatan air, agar keseluruhan sistem dapat bekerja secara terintegrasi dalam menyimpan dan memanfaatkan air hujan secara efisien. Untuk susunan tabel perhitungan ABSAH dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3 dan untuk penjelasan kolom dapat dilihat pada Tabel 4.

Penentuan Dimensi Instalasi Sumur-Sumur Resapan dan Sumur-Sumur Pemanfaatan

Diameter sumur-sumur resapan dan sumur-sumur pemanfaatan diambil 1 m, dengan kedalaman yang sama. Kedalaman ditentukan berdasarkan asumsi data intensitas curah hujan maksimum yang pernah terjadi di Jakarta, yaitu di Stasiun Halim, sebesar 300 mm/jam, dengan durasi 1 jam. Maka, pada hari tersebut jumlah hujan adalah 300 mm. Jumlah sumur resapan yang diperlukan mengikuti persamaan berikut:

$$N \times V = A \times I$$

$$N \times \left(\frac{22}{7}\right) \times r^2 \times d = A \times I \quad \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- N : jumlah sumur resapan
- V : volume sumur kosong (void)
- A : luas atap bangunan dalam m²
- I : intensitas hujan

Dengan asumsi bahwa sumur resapan kosong dan jika terisi penuh akan meresap dalam waktu 24 jam. Jumlah sumur pemanfaatan disesuaikan dengan kebutuhan pengambilan air pemakai, namun jumlahnya tidak perlu sebanyak sumur resapan.

Ketersediaan Lahan Untuk Penempatan Bangunan ABSAH Dan ANSAH Dangkal

Terlihat pada Gambar 1 bahwa luas atap masing-masing bangunan dihitung berdasarkan hasil perkalian antara panjang dan lebar bangunan. Untuk Bangunan 1, panjang bangunan adalah 68 meter dan lebar bangunan adalah 23,5 meter, sehingga didapatkan luas atap bangunan 1.598 m².

Sedangkan untuk Bangunan 2, panjang bangunan adalah 52,7 meter dan lebar bangunan adalah 33,5 meter, sehingga luas atapnya adalah 1.765,45 m².

Secara *rule of thumb*, luas tapak bangunan ABSAH umumnya sebesar 50% dari luas atap setiap 100 m², dengan curah hujan sekitar 2.500 mm/tahun, sehingga memerlukan area sekitar 50 m². Pernyataan ini akan diuji ulang setelah perhitungan penetapan dimensi bangunan ABSAH dipastikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN Perhitungan Volume Bak Tampungan Optimal

Dalam perhitungan dimensi ABSAH, diperlukan data curah hujan dan luas atap. Data curah hujan yang digunakan dapat berupa data harian, data bulanan pada tahun tertentu, atau data bulanan jangka panjang. Berikut disajikan perhitungan menggunakan jenis data yang paling umum tersedia di Indonesia, yaitu curah hujan bulanan rata-rata

jangka panjang selama 11 tahun (2010–2020). Diasumsikan luas atap yang digunakan adalah 100 m². Curah hujan yang jatuh ke atap bangunan mengalami penguapan, yang diasumsikan sebesar 5%. Perhitungan volume bak tampungan optimal rata-rata menggunakan data curah hujan bulanan jangka panjang untuk Stasiun Hujan Kampus UI dilakukan dengan dua metode berbeda, yang ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Dari kedua metode yang digunakan, diperoleh hasil volume optimum untuk bak tampungan air sebesar 40,72 meter kubik. Dengan asumsi bahwa kedalaman bak tampungan air dirancang setinggi 2,5 meter, maka untuk mengetahui luas bidang dasar dari bak tampungan air, volume tersebut dibagi dengan kedalaman bak. Hasil pembagian ini menunjukkan bahwa luas bidang dasar bak tampungan air yang dibutuhkan adalah 16,29 m².

Selanjutnya, bak akuifer buatan setidaknya perlu dibagi menjadi 8 subbak. Jika tiap subbak memiliki panjang 1 meter, maka panjang total bak mengikuti jumlah subbak, yaitu sepanjang 8 meter. Dengan luas dasar yang telah dihitung sebelumnya sebesar 16,29 meter persegi, maka untuk mengetahui lebar bak tampungan air, luas tersebut dibagi dengan panjang bak. Hasil perhitungan ini menghasilkan lebar bak tampungan air sebesar 2,03 meter.

Dengan demikian, dimensi bak tampungan air yang dihasilkan adalah 8 m x 2,03 m x 2,5 m. Dimensi ini dapat disesuaikan dengan situasi dan kondisi di lapangan, dengan ketentuan tinggi bak tetap sebesar 2,5 meter. Untuk mempertahankan volume tampungan, penyesuaian dapat dilakukan pada luas bak atau melalui pengaturan volume pengambilan air yang diizinkan.

Tabel 2 Perhitungan Volume Bak Tampungan Metode 1

No	Bulan	Hari	Curah Hujan (mm)	Eva (5%) (mm)	Curah Hujan Efektif	Luas Atap (m ²)	Vol. Curah Hujan (m ³)	Pengam bilan Air (l/hari)	Pengam bilan air (m ³)	Vol. Pengam bilan Air (m ³)	Kumulatif (m ³)	Kumulatif nilai mini mum
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Jan	31	305	15	290	100	28,99	725	22,48	6,51	6,51	16,51
2	Feb	28,25	385	19	365	100	36,53	725	20,49	16,05	22,56	39,07
3	Mar	31	246	12	234	100	23,40	725	22,48	0,91	23,47	33,47
4	Apr	30	285	14	271	100	27,12	725	21,76	5,36	28,83	38,83
5	Mei	31	258	13	245	100	24,53	725	22,48	2,05	30,88	40,88
6	Jun	30	155	8	147	100	14,68	725	21,76	-7,07	23,81	33,81
7	Jul	31	158	8	150	100	15,00	725	22,48	-7,49	16,33	26,33

No	Bulan	Hari	Curah Hujan (mm)	Eva (5%) (mm)	Curah Hujan Efektif	Luas Atap (m ²)	Vol. Curah Hujan (m ³)	Pengam bilan Air (l/hari)	Pengam bilan air (m ³)	Vol. Pengam bilan Air (m ³)	Kumulatif (m ³)	Kumulatif nilai minimum
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	Agt	31	98	5	93	100	9,28	725	22,48	-13,20	3,12	13,12
9	Sep	30	130	6	123	100	12,34	725	21,76	-9,42	-6,30	3,70
10	Okt	31	199	10	189	100	18,94	725	22,48	-3,54	-9,84	0,16
11	Nov	30	331	17	314	100	31,40	725	21,76	9,64	-0,19	9,81
12	Des	31	239	12	227	100	22,68	725	22,48	0,19	0,00	10,00
Total		365,25	2788	139	2648		264,88			0,00		
										Volume Maks (m ³)	40,88	
										Volume Min (m ³)	0,16	
										Maks - Min (m ³)	40,72	

Tabel 3 Perhitungan Volume Bak Tampung Metode 2

No	Bulan	Jumlah Hari	Curah Hujan	Luas Atap (m ²)	Banyaknya Air Hujan Yg Ditadah (m ³)	Banyaknya Air Hujan Yg ditampung	Banyaknya Keperluan Air Minum (m ³)	Volume Pengambilan Air (m ³)	Kekurangan Air
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Jan	31	305	100	30,52	28,99	22,48	6,51	
2	Feb	28,25	385	100	38,46	36,53	20,49	16,05	
3	Mar	31	246	100	24,63	23,40	22,48	0,91	
4	Apr	30	285	100	28,55	27,12	21,76	5,36	
5	Mei	31	258	100	25,82	24,53	22,48	2,05	
6	Jun	30	155	100	15,46	14,68	21,76	-7,07	-7,07
7	Jul	31	158	100	15,78	15,00	22,48	-7,49	-7,49
8	Agt	31	98	100	9,77	9,28	22,48	-13,20	-13,20
9	Sep	30	130	100	12,99	12,34	21,76	-9,42	-9,42
10	Okt	31	199	100	19,93	18,94	22,48	-3,54	-3,54
11	Nov	30	331	100	33,05	31,40	21,76	9,64	
12	Des	31	239	100	23,87	22,68	22,48	0,19	
Total		365,25	2788		278,83	264,88		0,00	-40,72
								Volume	40,72

Untuk mendapatkan hasil perhitungan yang akurat, sebaiknya digunakan data curah hujan observasi dari stasiun terdekat. Namun, jika data observasi tidak tersedia, data curah hujan satelit dapat digunakan sebagai alternatif, selama telah dikalibrasi dengan baik terhadap data lokal. Kalibrasi ini penting untuk memastikan data satelit dapat mencerminkan kondisi curah hujan di lapangan secara akurat. Dalam studi ini, metode ABSAH 2 digunakan untuk menghitung volume tampungan air, dengan data curah hujan yang telah disesuaikan. Rincian perhitungannya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4 Penuntun Perhitungan ABSAH Metode 2

Kolom (1) & (2)	Bersifat baku
Kolom (3)	Diisi data rata-rata curah hujan bulanan (dari data curah hujan bulanan jangka panjang untuk lokasi setempat)
Kolom (4)	Luas atap bangunan yang dalam hal ini diambil 100 m ² . Jika luas sesungguhnya berbeda dari angka ini, maka boleh diambil luas atap bangunan yang tersedia; secara proporsional.

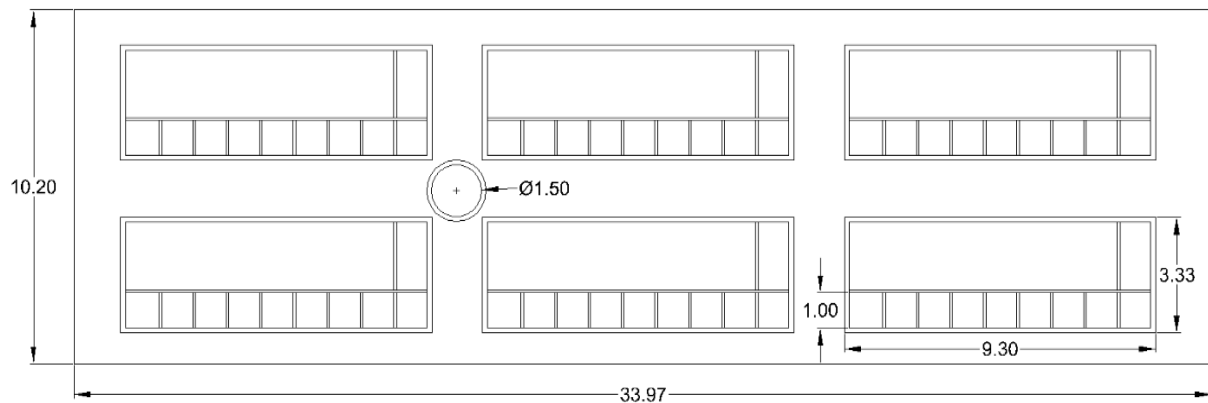
Kolom (5)	Banyaknya air hujan yang ditadah, yaitu $[(\text{Kolom (5)} \times \text{Kolom (6)}) / 1.000]$ sehingga diperoleh angka dalam m^3
Kolom (6)	Banyaknya air hujan yang ditampung, yaitu $[(\text{Kolom (5)} - (\text{Kolom (6)} \times 5\% \text{ penguapan}))]$ sehingga diperoleh angka dalam m^3
Kolom (7)	Jumlah air yang dapat diambil untuk dikonsumsi setiap bulan dalam m^3
Kolom (8)	Volume pengambilan air, Kolom (7) dikurangi Kolom (9), sehingga diperoleh angka positif maupun negatif
Kolom (9)	Angka negatif pada kolom (8) dijumlahkan dan diubah menjadi positif, sehingga diperoleh volume tampungan optimum

Dimensi Bangunan ABSAH Untuk Luas Atap 100 m^2 Dengan Data Curah Hujan Setempat.

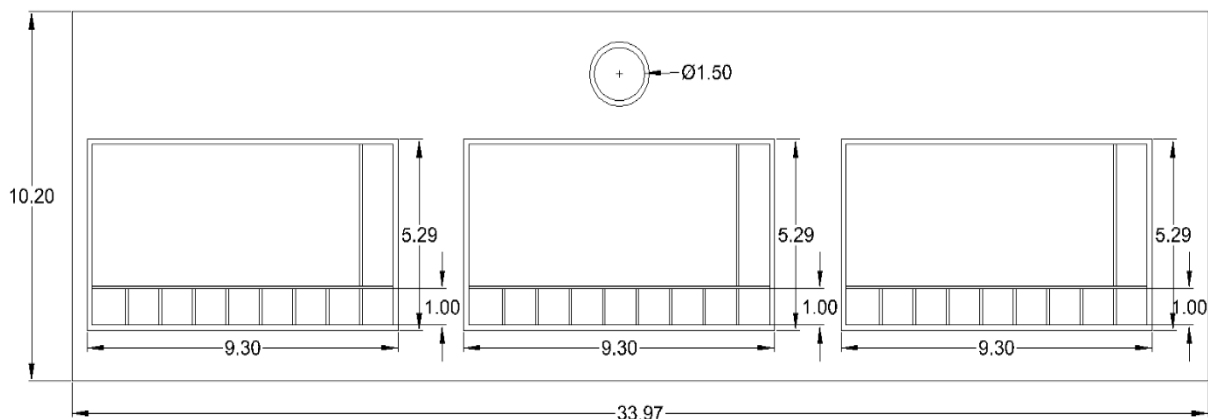
Secara teori, untuk luas atap bangunan sebesar 1.598 m^2 diperlukan sebanyak 16 bangunan ABSAH ukuran standar (dengan luas atap 100 m^2), mengingat luas tapak bangunan ABSAH adalah 50% dari luas atap (50 m^2), sehingga biaya yang dibutuhkan menjadi sangat besar. Sehubungan

dengan ketersediaan lahan dengan ukuran 10,20 m x 33,97 m untuk penempatan bangunan ABSAH, seperti dapat dilihat pada Gambar 8, maka dibuatkan 2 alternatif. Alternatif 1 yaitu 6 bangunan ABSAH yang menampung luas atap bangunan 1 saja, dengan ukuran ABSAH 9,30 m x 3,33 m x 2,50 m dan satu sumur pemeliharaan diameter 1,50 m, dengan kedalaman 7 m. Masing-masing bangunan ABSAH mempunyai kapasitas produksi air setiap harinya, dalam satu hari kapasitas produksi sebanyak 725 liter per hari x 6 = 4.350 liter per hari atau 4,35 m^3/hari .

Jika kekurangan dalam aspek pembiayaan, maka bisa menggunakan alternatif 2, dengan dibuat tiga ABSAH, terdiri dari Bak Pemasukan Air, Bak Akuifer Buatan dan bak pemanfaatan bersama, sedangkan bak tampungan air disambungkan bersebelahan, sehingga didapatkan ukuran ABSAH alternatif 2 yaitu 9,30 m x 5,29 m x 2,50 m dan satu sumur pemeliharaan diameter 1,50 m, dengan kedalaman 7 m. Masing-masing bangunan ABSAH alternatif 2 mempunyai kapasitas produksi air setiap harinya, dalam satu hari kapasitas produksi sebanyak 1.450 liter per hari x 3 = 4.350 liter per hari atau 4,35 m^3/hari .



Gambar 8 Site Plan Alternatif 1 untuk 6 ABSAH FTUP



Gambar 9 Site Plan Alternatif 2 untuk 3 ABSAH FTUP

Luas atap bangunan 1 yang akan digunakan adalah 600 m², jauh lebih kecil dari total luas 1.598 m², sehingga menyisakan area sebesar 998 m² yang tidak digunakan. Curah hujan yang jatuh di atas permukaan atap seluas 998 m² ini diusulkan untuk dimasukkan ke dalam skema ANSAH dangkal, yang memerlukan pengecekan lebih lanjut untuk memastikan efisiensinya.

Adapun luas atap bangunan 2 saat ini belum digunakan dan dapat disiapkan sebagai cadangan apabila terdapat peningkatan kebutuhan air di masa depan. Dengan demikian, penggunaan atap bangunan 2 dapat menjadi solusi alternatif untuk mengatasi kekurangan air di masa depan, sesuai dengan kebutuhan air yang semakin bertambah.

Dimensi Sumur-Sumur Resapan Dan Pemanfaatan Dari Skema ANSAH Dangkal

Rumus yang digunakan adalah Rumus:

$$N \times \left(\frac{22}{7}\right) \times 1^2 \times d \dots\dots\dots(2)$$

$$= 998 \times 0,3 \times m$$

(asumsi bahwa hujan 1 jam ini meresap habis selama 24 jam).

$$Nd = 998 \times 0,3 \times \left(\frac{22}{7}\right) \dots\dots\dots(3)$$

Jika diambil kedalaman sumur resapan d = 6 m, maka $N = 998 \times 0,3 \times \left(\frac{22}{7}\right) : 6 = 157$ sumur. Jika diambil sumur kedalaman 10 m, maka $N = 998 \times 0,3 \times \left(\frac{22}{7}\right) : 10 = 94$ sumur. Untuk alternatif nilai kedalaman lainnya, dapat dilihat pada tabel berikut.

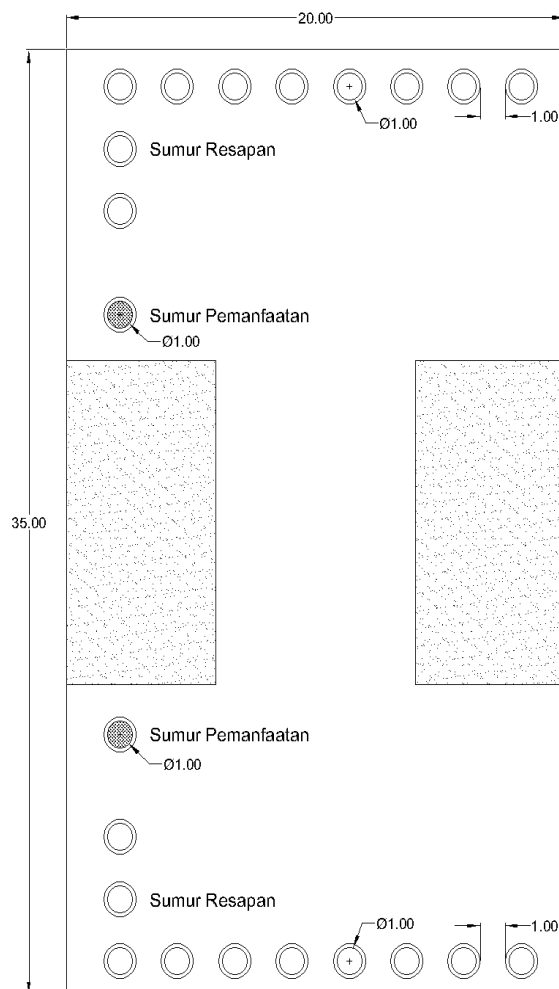
Tabel 5 Alternatif Kedalaman Sumur

A	I	π	d	N	N Sumur (P Maks 100 mm/hari)
998	0,30	3,14	3,00	314	105
998	0,30	3,14	4,00	235	78
998	0,30	3,14	5,00	188	63
998	0,30	3,14	6,00	157	52
998	0,30	3,14	7,00	134	45
998	0,30	3,14	8,00	118	39
998	0,30	3,14	9,00	105	35
998	0,30	3,14	10,00	94	31
998	0,30	3,14	15,00	63	21
998	0,30	3,14	20,00	47	16

Diasumsikan curah hujan maksimum hanya 100 mm per hari, yang terjadi selama 1 jam. Angka 100 mm per hari sebagai curah hujan maksimum dipilih

berdasarkan studi historis tentang intensitas hujan ekstrem di wilayah perkotaan, terutama di wilayah Jakarta dan sekitarnya, termasuk Universitas Pancasila yang berada di Depok. Intensitas hujan tinggi dapat terjadi akibat fenomena seperti *urban heat island*. Dengan mempertimbangkan kondisi tersebut, jumlah sumur yang dibutuhkan diasumsikan sebesar sepertiga dari kebutuhan total. Dari total kebutuhan sebanyak 94 sumur, diperoleh kebutuhan sebanyak 31 sumur, masing-masing dengan kedalaman 10 meter.

Ketersediaan lahan di tempat parkir Fakultas Teknik Universitas Pancasila berukuran 20 m x 35 m untuk penempatan bangunan ANSAH, seperti dapat dilihat pada Gambar 10, maka diambil keputusan untuk membuat 20 bangunan ANSAH dengan jarak 1 m, kedalaman 10 m, dan 2 buah sumur pemanfaatan. Sisa kapasitas untuk 11 bangunan ANSAH, air dapat dialirkan melalui pipa ke lokasi yang membutuhkan air di sekitar Fakultas Teknik Universitas Pancasila. Pada Gambar 10 diperlihatkan *siteplan* ANSAH di Parkiran Fakultas Teknik Universitas Pancasila.



Gambar 10 Siteplan ANSAH di Parkiran FTUP (Skala 1:360)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil desain, diperoleh bahwa untuk luas atap bangunan sebesar 1598 m^2 , diperlukan 16 bangunan ABSAH ukuran standar dengan luas atap 100 m^2 . Namun, dua alternatif telah disusun untuk mempertimbangkan rencana biaya konstruksi dan ketersediaan lahan.

Alternatif 1, mencakup 6 bangunan ABSAH masing-masing berukuran $9,30 \text{ m} \times 3,33 \text{ m} \times 2,50 \text{ m}$ dengan 1 sumur pemeliharaan diameter $1,50 \text{ m}$ dan kedalaman 7 m . Alternatif 2, mencakup 3 bangunan ABSAH masing-masing berukuran $9,30 \text{ m} \times 5,29 \text{ m} \times 2,50 \text{ m}$ dengan 1 sumur pemeliharaan diameter $1,50 \text{ m}$ dan kedalaman 7 m . Kedua alternatif tersebut memiliki total kapasitas produksi air sebesar 4.350 liter per hari ($4,35 \text{ m}^3/\text{hari}$).

Desain komponen ANSAH memanfaatkan sisa luas atap sebesar 998 m^2 dari bangunan 1. Curah hujan yang jatuh pada sisa atap ini akan diuji untuk skema ANSAH, yang idealnya memerlukan 31 bangunan ANSAH untuk sisa luas atap tersebut. Di lahan parkir seluas $20 \text{ m} \times 35 \text{ m}$, direncanakan pembangunan hanya 20 bangunan ANSAH dengan jarak 1 meter antar sumur dan kedalaman 10 meter, serta pembangunan 2 sumur pemanfaatan. Sisa kapasitas untuk 11 bangunan ANSAH akan dialirkan melalui pipa ke lokasi yang membutuhkan air di sekitar Fakultas Teknik Universitas Pancasila.

Penempatan bangunan ABSAH dan ANSAH dioptimalkan dengan memanfaatkan area yang tersedia. Bangunan ABSAH ditempatkan sesuai dengan alternatif yang telah disusun untuk mengurangi biaya dan penggunaan lahan yang efisien. Bangunan ANSAH direncanakan di lahan parkir untuk memanfaatkan curah hujan pada sisa atap bangunan dan memastikan distribusi air ke area yang membutuhkan di sekitar Fakultas Teknik Universitas Pancasila.

Apabila sistem Aquifer Buatan Simpanan Air Hujan (ABSAH) memiliki kapasitas produksi total sebesar $4,35 \text{ m}^3$ per hari (4.350 liter per hari), sedangkan kebutuhan air harian di Fakultas Teknik Universitas Pancasila mencapai 6 m^3 (6.000 liter), maka sistem ABSAH ini mampu memenuhi $4,35 \text{ m}^3$ dari total kebutuhan tersebut. Kekurangan sebesar $1,65 \text{ m}^3$ (1.650 liter) akan dipenuhi melalui skema Aquifer Alamiah Simpanan Air Hujan (ANSAH). Dengan demikian, kebutuhan air harian di Fakultas Teknik Universitas Pancasila dapat terpenuhi 100% secara keseluruhan melalui kombinasi skema ABSAH dan ANSAH.

Kombinasi bangunan ABSAH dan ANSAH telah dikaji untuk memastikan efisiensi dan efektivitas dalam memenuhi kebutuhan air. Hasil analisis

menunjukkan bahwa alternatif yang disusun mampu menghasilkan air dengan kapasitas yang memadai untuk kebutuhan harian, serta memanfaatkan curah hujan secara optimal. Kombinasi ini diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan air hujan dan menyediakan solusi yang berkelanjutan untuk kebutuhan air domestik.

Penerapan sistem ini di Fakultas Teknik Universitas Pancasila diharapkan dapat menjadi model yang dapat diterapkan di daerah perkotaan lainnya. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan air hujan, penggunaan lahan, dan fasilitas untuk pengelolaan air hujan, serta memfasilitasi kebutuhan air di Fakultas Teknik Universitas Pancasila dan sekitarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Fakultas Teknik Universitas Tama Jagakarsa dan Fakultas Teknik Universitas Pancasila yang telah membantu dalam proses kegiatan penelitian ini sehingga artikel ini bisa diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agha, S. M. (2019). Environmental and social impacts of rainwater harvesting systems: A review. *Journal of Environmental Management*, 245, 156-164.
- Aisyah, S., Utami, N., & Prasetyo, S. (2023). Urban Water Resilience in Jakarta: Challenges and Policy Recommendations. *Journal of Water Resource and Protection*, 15(5), 104-118.
- Alizadeh, A. (2020). Rainwater quality assessment: Implications for human health and water quality management. *Journal of Water and Health*, 18(1), 39-50.
- BAPPENAS. (2020). *Kajian Strategi Pengelolaan Sumber Daya Air di Wilayah Metropolitan*. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas.
- BBWS Ciliwung Cisadane. (2024). *Data Curah Hujan 2010 - 2020*. BBWS Ciliwung Cisadane.
- BIG. (13.06.2024). *Ina-Geoportal*. Von Badan Informasi Geospasial: <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/abgerufen>
- Custodio. (2002). Aquifer overexploitation: what does it mean? *Hydrogeology Journal*, 10(2), 254-277.
- Direktorat Air Tanah Dan Air Baku; Dirjen SDA; Kementerian PUPR. (2020). *Panduan Pembangunan Akuifer Buatan Simpanan Air Hujan (ABSAH)*. Jakarta: Direktorat Air Tanah Dan Air Baku.

- Feldier, F. (1983). La re-alimentation des nappes. *Etude technique de synthese. Association Francaise pour l'Etude des Eaux, Paris, France.*
- Fiedler. (1983). Teichoicase from *Bacillus subtilis* Marburg. *Journal of Bacteriology*, 155: 302–310.
- Gleick. (1996). Basic water requirements for human activities: Meeting basic needs. Water International.
- Google Earth. (2024). Lokasi Parkiran di Fakultas Teknik Universitas Pancasila. Jakarta Selatan, DKI Jakarta, Indonesia.
- Jakarta. (2021). Pergub DKI Nomor 93. *Zona Bebas Air Tanah*. Jakarta: Gubernur DKI Jakarta.
- Jakarta, P. P. (2022). *Jakarta Water Supply Roadmap 2023–2030*. Jakarta: Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta.
- Kadir, M. (2021). Policy frameworks for promoting rainwater harvesting in urban areas: Challenges and opportunities. *Water Policy*, 23(2), 312-327.
- Mahlknecht, J., Pahl-Wostl, C., & Lutz, W. (2015). Urban water management: Achievements and challenges. *Sustainability*, 7(6), 7797-7811.
- Pahl-Worst, C., & Castaneda, R. (2016). Water governance in the face of climate change: The role of cities. *Environmental Science & Policy*, 61, 89-99.
- PDAM. (2021). *Laporan Tahunan Capaian Pelayanan Air Bersih DKI Jakarta*. Jakarta: PDAM Jaya.
- PJTII, P. J. (2019). *Laporan Kinerja Penyediaan Air Baku untuk Jakarta dari Waduk Jatiluhur*. Perum Jasa Tirta II.
- Soenarto, B. (2003). Konsep filosofi dan perhitungan ukuran bangunan Akuifer Buatan & Simpanan Air Hujan (ABSAH). *Buletin Pusair*, vol. XII No. 39, 25-42.
- Soenarto, B., & Hutasoit, L. (2009). *Konservasi Air dan Tanah*. Yogyakarta: Andi.
- Thomas, T., & Durham, B. (2017). The role of rainwater harvesting in sustainable water management: A case study. *Water Resources Management*, 31(5), 1575-1585.
- Toth, J. (2009). Gravitational systems of groundwater flow: theory, evaluation, utilization. *Cambridge University Press*.
- Vörösmarty. (2000). Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *Science*, 284-288.
- Weng, X., Zhao, Y., & Li, F. (2020). Climate Change and Urban Water Security: Challenges and Solutions. *Water*, 12(4), 1020.
- Wilhite, D. A., & Glantz, M. H. (1985). Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. *Water International*, 111–120.