

PENYEDIAAN DAN PENGELOLAAN AIR TANAH UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN DOMESTIK DI KECAMATAN ALAK KOTA KUPANG

Yacob Padji Kana¹, Mohammad Reza², Ardiyanto Maksimilianus Gai^{3*}

Institut Teknologi Nasional Malang¹²³
Jl. Sigura-Gura No.2, Sumbersari, Kec.Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur
e-mail*: yacobpadjikana@gmail.com

ABSTRAK

Penyediaan air bersih pemerintah Kota Kupang masih belum mampu untuk memenuhi kebutuhan air bersih domestik di Kecamatan Alak, sehingga masyarakat memilih untuk mengambil air tanah menggunakan sumur bor secara pribadi, serta terdapat beberapa swasta menggunakan air tanah untuk dijual lewat jasa tangki air, agar dapat memenuhi kebutuhan air masyarakat yang belum mendapatkan pelayanan air bersih. Adapun dalam pengelolaan sumber daya air tanah mencakup aspek ketersediaan air, kebutuhan dan pencemaran. Di Kecamatan Alak aspek-aspek pengelolaan sumber daya air yang masih belum dilakukan dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk dapat menyelesaikan permasalahan penyediaan dan pengelolaan air tanah di Kecamatan Alak, lewat hasil akhir berupa arahan kebijakan dan strategi yang di dapat melalui analisis dan perhitungan; analisis faktor (GWR), analisis ketersediaan air tanah, perhitungan kebutuhan air bersih untuk domestik di masa depan (Proyeksi), analisis kerentanan air tanah (APLIS), dan analisis overlay. Pemerintah daerah dan PDAM perlu memperluas cakupan layanan air bersih untuk mengurangi penggunaan sumur bor pribadi yang tidak efisien. Kebijakan yang membatasi penggunaan sumur bor dan mengelola usaha tangki air akan memungkinkan PDAM mengelola air tanah secara lebih baik. Karena ketersediaan air tanah diperkirakan kritis pada 2037, perlu pemanfaatan sumber alternatif seperti SPAM dari tadah hujan. Strategi penyediaan air bersih harus mempertimbangkan kepadatan penduduk, jarak produksi sumber air, dan pertumbuhan penduduk. Pengeboran sumur bor dilakukan dengan memperhatikan lokasi kerentanan air tanah, produktivitas akuifer, CAT, dan intrusi air laut.

Kata Kunci: Penyediaan air bersih domestik, Pengelolaan air tanah, Kebijakan dan Strategi

ABSTRACT

The Kupang City government's clean water supply is still unable to meet domestic clean water needs in Alak Sub-district, so people choose to groundwater using private boreholes, and there are several companies using groundwater to be sold through water tank services, in order to meet the water needs of people who have not received clean water services. The problem that arises is related to the environment, namely the sustainability of the groundwater resource ecosystem. The management of groundwater resource includes aspects of water availability, demand, and pollution. In Alak sub-district, these aspects of water resource management are still not well done. This research aims to be able to solve the problems of groundwater supply and management in Alak Subdistrict, through the final result in the form of policy direction and strategic obtained through analysis and calculation; factor analysis (GWR), groundwater availability analysis, calculation of future domestic water demand (Projection), groundwater vulnerability analysis, and overlay analysis. Local governments and PDAM need to expand the coverage of clean water services to reduce the inefficient use private boreholes. Policies that limit the use of boreholes and manage water tank businesses will allow PDAM to better manage groundwater. As groundwater availability is expected to be critical by 2037, it is necessary to utilize alternative sources such as SPAM from rainwater harvesting. The water supply strategy should take into account population density, distance to water resource production, and population growth. Drilling of boreholes should be done by considering the location of groundwater vulnerability, aquifer productivity, CAT, and seawater intrusion.

Keywords: Domestic water supply, Groundwater management, Policies and Strategi

PENDAHULUAN

Kota Kupang sebagai Ibu kota dari Nusa Tenggara Timur tentunya sedang dalam pembangunan besar-besaran karena menjadi hal penting untuk memperluas wilayah perkotaannya, dimana hal ini berkaitan dengan alih fungsi lahan oleh pemerintah yang berdampak pada sumber daya air tanah. Semakin banyak penduduk yang tinggal di suatu wilayah, maka semakin kecil daerah resapan air dan ketersediaan air. Perkembangan populasi dan pertumbuhan ekonomi telah secara signifikan mengubah ruang terbuka hijau, kawasan lindung, dan daerah resapan menjadi permukiman, perdagangan dan industri. Perubahan fungsi lahan mempengaruhi peningkatan kuantitas dan kualitas air yang tersedia. Selain itu, pertumbuhan jumlah penduduk dan pendatang yang terus meningkat membuat permintaan kebutuhan akan air terus bertambah. Hal ini menjadi penting bagi pemerintah Kota Kupang untuk segera mencari solusi terkait permintaan air yang terus terjadi di masyarakat. Adapun letak geografis Kota Kupang yang berada di wilayah pesisir bisa juga menjadi masalah terkait pengelolaan air tanah, karena dalam pengambilan air tanah yang secara berlebihan dapat menyebabkan pencemaran, intrusi air laut terjadi dan mengakibatkan berpindahnya air laut ke air tanah. Tentunya hal ini harus dihindari oleh pemerintah Kota Kupang karena percampuran air laut dengan air tanah akan mengakibatkan kualitas air menurun yang nantinya akan berdampak kepada masyarakat.

Masalah lain terkait air tanah yaitu dari kondisi alam adalah dikarenakan sebagian besar wilayah Kota Kupang berada pada kawasan karst yang membuat pembangunan di atasnya akan berpengaruh langsung terhadap kondisi air tanah yang terdapat di bawah kawasan karst tersebut. Kawasan karst terkenal akan sumber air bawah tanah yang melimpah, tetapi juga rentan terhadap kekeringan (Hardinasari, 2018). Kota Kupang juga masuk ke dalam kategori paling ekstrem dalam Monitoring Kekeringan Meteorologis Deret Hari Tanpa Hujan (HTH) di Indonesia pada 10 November 2023, dimana hari tanpa hujan yang dialami oleh Kota Kupang adalah 145 hari sehingga termasuk ke dalam kategori paling ekstrem tepatnya (BMKG, 2023). Permasalahan terkait air tanah di Kota Kupang, baik dalam penyediaan maupun pengelolaan, masih belum optimal dilakukan oleh pemerintah Kota Kupang. Sistem pengelolaan air tanah masih belum dilakukan secara baik oleh PDAM sebagai perusahaan yang bertanggung jawab dalam memenuhi kebutuhan air bersih kepada seluruh masyarakat. PDAM Kota Kupang memiliki 19 sumber air baku dimana 16 diantaranya adalah berupa sumber air tanah dan tiga sisanya adalah air permukaan. Masalah diperparah dengan adanya musim kemarau air akan menurun drastis 20-30% yang membuat suplai air ke masyarakat akan berkurang (Dirut PDAM Kota Kupang, 2020).

Pengelolaan sumber daya air tanah mencakup aspek ketersediaan air, kebutuhan dan pencemaran. Kota Kupang berada di kawasan karst, dimana kawasan karst terkenal akan sumber air bawah tanah yang melimpah, tetapi juga rentan terhadap kekeringan. Kecamatan Alak yang juga berada di kawasan karst membuat ketersediaan air tanah tentunya lebih berpotensi dibandingkan ketersediaan air permukaan. Sehingga perlu adanya penyediaan dan pengelolaan air tanah yang dilakukan secara tepat, agar penyediaan dan pengelolaan tidak merusak ekosistem air tanah yang ada. Kebutuhan dan

ketersediaan menghasilkan pemanfaatan, sedangkan pencemaran menghasilkan konservasi air tanah. Di Kecamatan Alak aspek-aspek pengelolaan sumber daya air yang masih belum dilakukan dengan baik; misalnya kebutuhan air, dimana dalam pelayanannya PDAM Kota Kupang dan PDAM Kabupaten masih belum maksimal dalam melayani di beberapa wilayah di Kecamatan Alak. Masyarakat masih kesusahan untuk mendapatkan pasokan air bersih, apalagi saat memasuki bulan kemarau. Kecamatan Alak merupakan salah satu kecamatan yang terbesar di Kota Kupang. Dengan luas wilayah yang besar ini, membuat penyediaan air bersih di Kecamatan Alak secara keseluruhan belum maksimal. Kecamatan Alak terdapat sebuah pelabuhan yang merupakan pelabuhan utama di Kota Kupang. Kecamatan Alak juga baru-baru ini telah diresmikan RSUD. dr. Ben Mboi pada tahun 2023 kemarin, dimana ini merupakan rumah sakit terbesar dengan alat kesehatan yang paling modern di provinsi Nusa Tenggara Timur. Beberapa fasilitas umum tersebut membuat jumlah permukiman terus bertambah sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk dan pendatang dari luar kota. Hal ini berpengaruh terhadap kebutuhan sumber daya air untuk domestik yang akan terus meningkat. Masalah lainnya yang akan muncul adalah jika dalam penyediaan dan pengelolaan air tanah dilakukan dengan pengeboran yang berlebihan, serta tidak memperhatikan lokasi pengeboran dengan baik, maka akan terjadi kerusakan pada ekosistem dan keberlanjutan air tanah. Sehingga penyediaan dan pengelolaan air tanah di Kecamatan Alak sangat penting untuk direncanakan dengan baik oleh Pemerintah dan PDAM yang harus saling bekerjasama dalam membuat kebijakan dan strategi yang tepat, agar masalah penyediaan dan pengelolaan air tanah di Kecamatan Alak dapat terselesaikan.

TINJAUAN PUSTAKA

Ketersediaan Air Tanah

Air dalam siklus hidrologi terus mengalami perputaran dan transformasi bentuk secara berkelanjutan. Proses perubahan bentuk air terjadi pada siang hari di bawah Terik matahari, Ketika air permukaan mengalami evaporasi (penguapan) dan menjadi uap melalui transpirasi. Menurut pamungkas, Uap air naik dan akhirnya mengembun membentuk awan. Kemudian pendinginan yang terus menerus menyebabkan tetesan air di awan bertambah besar dan akhirnya jatuh sebagai hujan (presipitasi). Selanjutnya air hujan ini dapat meresap ke dalam tanah (menjadi air tanah) atau mengalir ke perairan permukaan, sehingga akhirnya membentuk sungai, danau, dan rawa (Admadhani et al., 2012). Secara keseluruhan, jumlah air di bumi ini relatif tetap dari masa ke masa. Ketersediaan air yang merupakan bagian dari fenomena alam, sering sulit untuk diatur dan diprediksi dengan akurat. Hal ini karena ketersediaan air mengandung unsur variabilitas ruang (spatial variability) dan variabilitas waktu (temporal variability) yang sangat tinggi (Suripin, 2002). Ketersediaan air dalam sumber daya air pada hakekatnya timbul dari air hujan (atmosfer), air permukaan, dan air tanah. Menurut anonym (2006), Hujan yang jatuh di permukaan Daerah Aliran Sungai (DAS) atau wilayah sungai sebagian menguap kembali sesuai dengan proses iklim, dan sebagian mengalir melalui permukaan dan mengalir di bawah permukaan kanal, sungai, atau danau dan sebagian meresap dan jatuh ke dalam permukaan tanah sebagai pengisian kembali

(recharge) pada kandungan air tanah yang sudah ada (Sari et al., 2012).

Kebutuhan Air Domestik

Sumber daya air sangat penting bagi kehidupan manusia. Air digunakan untuk hampir setiap aktivitas dasar manusia, mulai dari minum dan memasak hingga menjaga kesehatan serta lingkungan. Kebutuhan akan air juga digunakan untuk keperluan krusial dalam kegiatan ekonomi seperti pertambangan, pertanian, industri, pariwisata, dan berbagai kegiatan sosial lainnya. Permintaan terhadap air dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu final demand dan derived demand. Final demand adalah komoditi yang dikonsumsi langsung oleh konsumen terakhir, sedangkan derived demand adalah penggunaan air sebagai input dalam proses produksi oleh industri dan sektor ekonomi lainnya (Luthfi, 2019). Air diperlukan untuk keberlangsungan hidup dan aktivitas manusia (Jasrotia et al, 2009). Kebutuhan air dibedakan menjadi kebutuhan domestik dan nondomestik. Kebutuhan air domestik adalah jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga seperti minum, memasak, mandi, dan mencuci. Sedangkan untuk kebutuhan non-domestik adalah kebutuhan air dalam konteks kegiatan komersial seperti industri dan perkantoran, serta kegiatan sosial seperti sekolah, rumah sakit, tempat ibadah serta perdagangan dan jasa. Kebutuhan air domestik dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain; jenis sumber air (PAM, hidran, sumur), jenis pemakaian (MCK), peralatan rumah tangga (seperti mesin cuci, kulkas, dispenser, pompa air), aktivitas di luar rumah (seperti mencuci kendaraan, menyiram tanaman), tingkat pendapatan, jumlah anggota keluarga (Muta'ali, 2011:135). Selain itu, kondisi cuaca di daerah tempat tinggal juga berperan. Konsumsi air cenderung lebih tinggi di daerah panas dibandingkan di daerah dingin, begitu pula sebaliknya. Kebutuhan air domestik juga dapat dibedakan berdasarkan tipe wilayah, yakni perkotaan dan perdesaan, dengan masing-masing memiliki standar pemakaian air per kapita yang berbeda. Secara umum, wilayah perkotaan cenderung memiliki kebutuhan air per kapita yang lebih tinggi (Muta'ali, 2011:135).

Kerentanan Air Tanah

Konsep kerentanan air tanah didasarkan pada asumsi bahwa kondisi fisik lingkungan memiliki kemampuan untuk melindungi air tanah dari pencemaran (Vrba dan Vaporozec, 1994). Kerentanan ini mencakup perlindungan terhadap pencemaran alami (intrinsik) maupun yang disebabkan oleh aktivitas manusia (spesifik). Menurut Margat (1987; dalam Vrba dan Zaporozec, 1994), kerentanan airtanah dipengaruhi oleh faktor-faktor hidrogeologi utama seperti kedalaman muka airtanah, penyerapan cadangan permukaan, hubungan antara tanah dan air permukaan, serta rata-rata kecepatan aliran airtanah (Permatasari, 2023). Kerentanan air tanah terhadap pencemaran terbagi menjadi dua jenis yaitu; kerentanan intrinsik dan kerentanan spesifik. Kerentanan intrinsik air tanah ditentukan oleh kondisi fisik daerah tersebut saja, sedangkan kerentanan spesifik dipengaruhi oleh faktor non-fisik seperti aktivitas manusia yang menjadi sumber pencemaran. Berbagai aktivitas manusia yang dapat menyebabkan pencemaran meliputi penggunaan lahan untuk permukiman, pertanian, bangunan, dan lainnya (Widiastuti & Widyastuti, 2012). Kerentanan air tanah mengacu pada kemampuan sistem air tanah untuk berespons terhadap kondisi lingkungan

alami dan aktivitas manusia. Hampir semua sumber air tanah rentan terhadap berbagai tingkat pencemaran, dan memulihkan kualitas air tanah yang telah tercemar sangatlah sulit. Kualitas air tanah dipengaruhi oleh keberadaan zat pencemar dan kondisi fisik wilayah tersebut (Gunawan et al., 2014).

Penyediaan Air Bersih

Pemenuhan kebutuhan air bersih dapat dilakukan dengan berbagai metode yang disesuaikan dengan infrastruktur yang tersedia. Di wilayah perkotaan, air bisa disalurkan melalui sistem perpipaan atau sistem tanpa pipa. Sistem perpipaan dikelola oleh perusahaan air setempat, sedangkan sistem tanpa pipa diatur oleh masyarakat baik secara individu maupun kelompok (Tambunan, 2013). Faktor-faktor yang mempengaruhi pengelolaan air bersih mencakup lingkungan fisik, lingkungan sosial, teknologi, kelembagaan, keuangan, pelayanan, dan efisiensi pengelolaan (Gleitsmann, Kroma, & Steenhuis, 2007; Triweko, 1992). Air bersih sangat vital untuk kehidupan, karena semua organisme hidup membutuhkannya untuk kegiatan sehari-hari (Sanim, 2011). Oleh karena itu, pemenuhan kebutuhan air bersih harus menjadi prioritas. Berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019, Pemerintah Indonesia melaksanakan program pengentasan kawasan kumuh yang disebut Program 100-0-100. Program ini mencakup tiga aspek utama: sanitasi, air bersih, dan bangunan fisik, dengan penelitian ini berfokus pada aspek air bersih (Ghozali & Yuliasuti, 2017). Menurut Noviyanti, cakupan pelayanan air bersih perpipaan di kelurahan atau desa dipengaruhi oleh beberapa variabel, antara lain (Noviyanti, 2014):

- Luas permukiman
- Penghasilan penduduk
- Kepadatan penduduk
- Alokasi dana untuk infrastruktur air bersih
- Topografi
- Jarak lokasi produksi terhadap pemukiman penduduk
- Potensi air baku
- Distribusi permukiman
- Tarif pelayanan.

Dari perspektif penyediaan, keberadaan air bersih melalui sistem perpipaan dipengaruhi oleh kemampuan pengolahan untuk menyediakan, menyimpan, mengolah, dan menyalurkan air kepada pelanggan. Faktor ini juga dipengaruhi oleh ketersediaan dana dari PDAM. Selain itu, ketersediaan air bersih melalui sistem perpipaan juga dipengaruhi oleh ketersediaan air baku, yang dapat terpengaruh oleh perubahan penggunaan lahan seiring perkembangan wilayah. Hubungan antara berbagai faktor ini bersifat kompleks dan dinamis serta saling mempengaruhi (Maryati et al., 2017).

Pengelolaan Air Tanah

Menurut Peraturan Pemerintah No.43/2008 tentang air tanah pengelolaan air tanah adalah suatu bentuk usaha yang mencakup perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, evaluasi terhadap penyelenggaraan konservasi air tanah, pendayagunaan air tanah dan pengendalian daya rusak. Secara skematis, pengelolaan air tanah berdasarkan PP No.43/2008 dapat dijabarkan sebagai berikut (Hendrayana, 2007):

a) Kebijakan

Pengelolaan air tanah didasarkan pada kebijakan yang telah ditetapkan oleh Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, Gubernur, atau Bupati/Walikota. Kebijakan pengelolaan air tanah merupakan keputusan fundamental yang bertujuan untuk mencapai tujuan, melaksanakan kegiatan, atau mengatasi situasi tertentu dalam kerangka pengelolaan air tanah. Fungsi utama kebijakan teknis ini adalah memberikan panduan dalam pengelolaan air tanah, mencakup kegiatan konservasi, pendayagunaan, pengendalian daya rusak, dan sistem informasi air tanah di wilayah administrasi yang bersangkutan, baik pada tingkat nasional, provinsi, atau kabupaten/kota.

b) Strategi

Pengelolaan air tanah diatur berdasarkan strategi pelaksanaan yang memfokuskan keseimbangan antara konservasi dan pendayagunaan air tanah. Strategi ini ditetapkan secara menyeluruh, mencakup upaya konservasi dan pendayagunaan yang terintegrasi, serta melibatkan peran masyarakat. Dalam strategi pengelolaan air tanah ini, terdapat tujuan jangka panjang, ketentuan umum pengelolaan, kebijakan umum pengelolaan, dan langkah strategis yang diambil untuk pengelolaan. Keseluruhan strategi akan menjadi dasar dalam perencanaan air tanah, pelaksanaan, pemantauan, dan evaluasi konservasi air tanah, pendayagunaan, dan pengendalian daya rusak air tanah di cekungan air tanah

c) Konservasi

Konservasi air tanah merupakan usaha untuk melindungi dan menjaga ketersediaan air baik dari segi kuantitas maupun kualitas untuk memenuhi kebutuhan hidup saat ini dan masa depan. Awalnya konservasi air tanah diartikan sebagai penyimpanan air untuk digunakan pada keperluan yang produktif, suatu konsep yang disebut sebagai konservasi segi pasokan. Seiring waktu, konsep konservasi berkembang menjadi fokus pengurangan atau efisiensi penggunaan air, dikenal sebagai konservasi dari segi kebutuhan. Konservasi yang efektif mencakup kedua konsep tersebut, yakni menyimpan air saat berlebihan dan menggunakan secara efisien untuk keperluan yang produktif.

d) Pendayagunaan

Pendayagunaan air tanah diprioritaskan untuk pemenuhan dasar masyarakat dengan cara yang adil dan berkelanjutan, sesuai dengan perencanaan pengelolaan air tanah yang dijalankan oleh pemerintah dengan melibatkan masyarakat. Fokus pendayagunaan air tanah adalah mendukung efektivitas dan efisiensi penggunaan yang berkelanjutan, terutama untuk memenuhi kebutuhan dasar sehari-hari. Setelah kebutuhan dasar terpenuhi, air tanah dapat digunakan untuk keperluan lain seperti pertanian, sanitasi lingkungan, industri, pertambangan, pariwisata, dan sebagainya. Pendayagunaan air tanah melibatkan serangkaian kegiatan; penatagunaan, penyediaan, penggunaan, pengembangan, dan

pengusahaan air tanah. Penatagunaan air tanah memiliki tujuan menetapkan zona pemanfaatan dan peruntukan air tanah dalam cekungan air tanah, yang didasarkan pada zona konservasi air tanah. Zona pemanfaatan air tanah berperan sebagai pedoman dalam merancang rencana pengeboran, penggalian, penggunaan, pengusahaan, dan pengembangan air tanah, juga dalam penyusunan rencana tata ruang wilayah. Sementara itu, penetapan peruntukan air tanah dalam cekungan air tanah dilakukan dengan mempertimbangkan:

e) Pengendalian daya rusak

Pengendalian daya rusak air tanah dilakukan dengan mengatur pengambilan air tanah dan meningkatkan imbuhan air tanah untuk memperlambat penurunan muka air tanah. Penurunan muka air tanah dapat mengakibatkan ketidakseimbangannya kondisi hidrogeologi wilayah tersebut, yang dapat menyebabkan intrusi air laut dan amblesan muka tanah.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan keruangan. Pendekatan keruangan adalah suatu metode untuk memahami gejala tertentu agar mempunyai pengetahuan yang lebih mendalam melalui media ruang yang dalam hal ini variabel ruang mendapat posisi utama dalam setiap analisis. Karakteristik dalam paradigma analisis spasial yaitu analisis pada ruang lebih khusus *space* yang dianggap sebagai variabel utama di samping variabel lain yang dilibatkan. Teknik-teknik analisis kuantitatif mendominasi pada awalnya dan kemudian menjadi penggabungan teknik analisis kuantitatif dan kualitatif (Yunus, 2010: 44, 42).

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan suatu proses dimana peneliti mengadopsi berbagai Teknik untuk mendapatkan informasi yang diperlukan guna mencapai tujuan penelitian. Metode pengumpulan data Primer digunakan untuk mendapat informasi langsung dari lapangan, dimana melibatkan observasi lapangan, wawancara, dan distribusi kuesioner kepada responden terkait. Adapun pengumpulan data sekunder digunakan untuk mengakses informasi yang telah ada sebelumnya. Sumber-sumber sekunder termasuk berita, isu-isu, buku, jurnal, dan referensi lainnya.

a) Observasi

Sugiyono (2017, 203) menjelaskan bahwa observasi merupakan suatu Teknik pengumpulan data yang memiliki karakteristik khusus jika dibandingkan dengan Teknik lainnya. Kegiatan observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung di lapangan, seperti dalam penelitian ini adalah melihat langsung bagaimana penyediaan air bersih yang sudah ada di Kecamatan Alak.

b) Wawancara

Sugiyono (2017, 194) menyatakan bahwa wawancara dapat digunakan sebagai teknik pengumpulan data ketika peneliti melakukan studi untuk mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti. Selain itu, wawancara juga bermanfaat Ketika peneliti ingin mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam dari responden, terutama ketika jumlah responden terbatas. Dalam penelitian ini

wawancara ditujukan untuk mencari data terkait kebutuhan air domestik masyarakat di Kecamatan Alak.

Metode Analisa

1) Penyediaan Air Bersih (Analisis GWR)

Geographically Weighted Regression (GWR) merupakan suatu analisis yang dikembangkan dari regresi linier sederhana. Dalam regresi linier sederhana, parameter dianggap konstan di setiap lokasi pengamatan. Namun, dalam GWR, parameter bersifat lokal dan bervariasi di setiap lokasi pengamatan (Irawan et al., 2020). Adapun menurut Fotheringham dkk (2002); rumus persamaan umum GWR adalah sebagai berikut:

2) Ketersediaan Air Tanah (BSN, 2002)

Penentuan debit air tanah dilakukan melalui perbandingan antara luas wilayah daerah penelitian dan luas cekungan air tanah, yang kemudian dikalikan dengan debit air tanah di cekungan tersebut. Perhitungan debit air tanah dapat dijabarkan secara matematis sebagai berikut ini (Sni 19-6728.1-2002, 2002):

$$RC = RF \times A \times RC (\%)$$

RC : Imbuhan (m³/tahun)

RF : Curah hujan rata-rata tahunan daerah

A : Luas Area (tidak termasuk sawah irigasi)

RC (%) : Persentase Imbuhan

3) Kebutuhan Air Domestik (BSN, 2002)

Analisis kebutuhan atau permintaan akan air menggunakan perhitungan penggunaan air untuk kebutuhan domestik, yaitu:

$$Q(\text{DMI}) = 365 \text{ hari} \times (q(r)/1000 \times P(r))$$

Q (DMI) : Kebutuhan air untuk kebutuhan domestik (m³/tahun)

q(r) : Konsumsi air pada daerah penelitian (liter/kapita/hari)

P(r) : Jumlah Penduduk daerah penelitian

4) Proyeksi Penduduk (Metode Geometrik)

Proyeksi penduduk dengan metode geometrik menggunakan asumsi bahwa jumlah penduduk akan meningkat secara geometrik dengan perhitungan berbasis bunga majemuk (Adioetomo dan Samosir, 2010). Laju pertumbuhan penduduk (rate of growth) dianggap konstan atau sama setiap tahunnya. Berikut adalah formula yang digunakan dalam metode geometric (Handiyatmo et al., 2010):

5) Kerentanan Air Tanah (Metode APLIS)

Metode APLIS yang digunakan adalah untuk mencari kerentanan air tanah di Kecamatan Alak adalah dengan metode APLIS, dimana melibatkan lima variabel berdasarkan karakteristik geomorfologi dan hidrogeologi suatu wilayah. APLIS merupakan singkatan dari lima variabel dalam bahasa Spanyol: Altitude (ketinggian), Pendiente (kemiringan lereng), Litologia (litologi), Infiltración preferencial (zona infiltrasi), dan Suelo (tanah) (Andreo et al., 2008). Kelima variabel APLIS yang sudah memiliki nilai dan bobot masing-masing kemudian di-overlay menggunakan persamaan berikut ini:

6) Overlay

Analisis overlay yang digunakan adalah teknik geoprocessing, yaitu dengan menumpang susun dan menggabungkan semua peta yang ada, dimana dalam hal ini untuk mendapatkan kawasan/wilayah pengelolaan air tanah yang terbaik untuk dapat dilakukan pengeboran sumber baru. Hasil dari overlay ini akan menghasilkan

parameter baru, di mana penggabungan beberapa peta akan membentuk area-area yang dapat digunakan sebagai indikator potensi pengelolaan air tanah (Ryka et al., 2020).

Output Analisa:

1. Analisis GWR, untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi penyediaan air bersih di Kecamatan Alak
2. Besar Imbuhan air tanah, untuk mengetahui ketersediaan air tanah yang ada di Kecamatan Alak
3. Kebutuhan air domestik, untuk mengetahui rata-rata kebutuhan air domestik penduduk di Kecamatan Alak
4. Proyeksi penduduk, untuk mengetahui jumlah penduduk di masa depan.
5. Kerentanan air tanah, untuk mengetahui kawasan mana saja yang memiliki kerentanan tinggi terhadap pencemaran air tanah di Kecamatan Alak
6. Overlay intrusi air laut, kerentanan air tanah, cekungan air tanah, dan potensi air tanah, untuk dapat mengetahui wilayah mana saja yang dapat dilakukan pengelolaan air tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Distribusi Pelayanan PDAM di Kecamatan Alak

Kondisi distribusi pelayanan air bersih oleh PDAM baik Kota dan Kabupaten di Kecamatan Alak, jika digabung secara keseluruhan, sudah terjangkau secara keseluruhan di kelurahan-kelurahan yang ada. Tetapi belum semua wilayah di kelurahan sepenuhnya mendapatkan pelayanan air bersih dari PDAM. Total sambungan rumah tangga yang sudah terlayani air bersih tahun 2023 di Kecamatan Alak adalah 8.546 sambungan rumah tangga. Total jumlah penduduk di Kecamatan Alak di tahun 2023 sekitar 83.363 jiwa dengan jumlah rumah tangga sebanyak 18.339, yang berarti jumlah rumah tangga yang belum terlayani oleh PDAM adalah 9.793. Adapun perbandingan antara jumlah rumah tangga yang sudah terlayani dan belum terlayani, dapat dilihat dari tabel dan diagram berikut ini.

Tabel 1 Distribusi Pelayanan Air Bersih

No	Keterangan	Jenis Sumber Yang Digunakan	Jumlah Rumah Tangga
1	Terlayani PDAM	Sumur Bor	8.546
		SPAM	
		Pompa Air	
2	Belum Terlayani	Sumur Bor Pribadi	9.793
		Sumur Galian	
		Jasa Tangki Air	

Sumber: Hasil Perhitungan Excel 2024

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa di Kecamatan Alak distribusi penyediaan air bersih belum maksimal, dimana jumlah rumah tangga yang sudah terlayani hanya sekitar 8.546 rumah tangga atau sekitar 47%, sedangkan yang belum terlayani masih sangat besar dengan jumlah 9.793 rumah tangga atau sekitar 53% dari total rumah tangga di Kecamatan Alak.

Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Distribusi Penyediaan Air Bersih

Penyediaan air bersih di Kecamatan Alak masih menjadi masalah yang cukup serius untuk PDAM dan pemerintah kota. Sebagai Perusahaan daerah yang mempunyai tanggung jawab untuk mengelola dan menyediakan air bersih ke masyarakat, PDAM maupun pemerintah masih berusaha keras untuk menyediakan air bersih di Kecamatan Alak agar maksimal. Sehingga dalam penelitian ini, salah satu analisis yang dilakukan adalah mencari faktor apa saja yang paling berpengaruh terhadap penyediaan air bersih, yang membuat penyalurannya belum maksimal di Kecamatan Alak. Analisis yang dilakukan adalah analisis GWR, dimana analisis ini bertujuan untuk dapat mengetahui pasti faktor apa yang paling mempengaruhi penyediaan air bersih di Kecamatan Alak, sehingga dapat menjadi salah satu pertimbangan pemerintah dan PDAM dalam melakukan perencanaan penyediaan air bersih di Kecamatan Alak secara tepat.

Tabel 2 Jumlah Rumah Tangga Terlayani PDAM

Variabel Y	Penyediaan Air Bersih (Jumlah Rumah Tangga yang sudah terlayani)
Naioni	69
Manulai II	1542
Batuplat	262
Alak	523
Manutapen	1277
Mantasi	310
Fatufeto	666
Nunhila	219
Nunbaun Delha	211
Nunbaun Sabu	984
Namosain	2121
Penkase Oeleta	362

Sumber: Perumda Air Minum Kota Kupang dan PDAM Kabupaten Kupang 2024

Tabel 3 Variabel Yang Diduga Mempengaruhi

Variabel X	Keterangan
X1	Kepadatan Penduduk (Jiwa/km ²)
X2	Pertumbuhan Penduduk [Jiwa (2022-2023)]
X3	Jarak lokasi produksi terhadap pemukiman (m)
X4	Debit Sumber Air (Liter/detik)

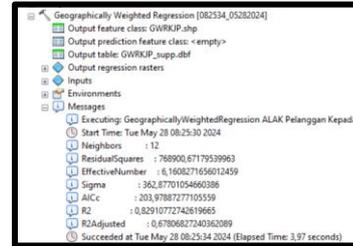
Sumber: Hasil Kajian Penulis 2024

GWR

Dari analisis yang sudah dilakukan dapat dilihat bahwa terdapat variabel yang berpengaruh terhadap distribusi pelayanan air bersih adalah kepadatan penduduk, jarak produksi ke pusat permukiman dan pertumbuhan penduduk, dengan nilai R square lebih besar 0,7 yang artinya ketiga variabel ini berpengaruh

kuat/signifikan terhadap distribusi pelayanan air bersih. Adapun dari empat variabel yang ada yang dilakukan pada analisa Ordinary Least Squares (OLS) sebelumnya, dimana variabel debit tidak memiliki hubungan yang kuat terhadap distribusi pelayanan air bersih. Untuk hasil analisis GWR yang sudah dilakukan sebelumnya dapat dilihat pada gambar, tabel dan peta di bawah ini:

Gambar 1 Model GWR



Sumber: Hasil Analisis GIS 2024

Interpretasi Model

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \epsilon$$

- Kelurahan Batuplat
Y = 57,161 + 0,113579 + (-0,219096) + 1,178089
- Kelurahan Fatufeto
Y = 622,959 + 0,155063 + (-0,263824) + 1,498942
- Kelurahan Mantasi
Y = 217,449 + 0,151676 + (-0,25985) + 1,485878
- Kelurahan Manulai II
Y = 1531,924 + 0,155469 + (-0,179153) + 1,242771
- Kelurahan Manutapen
Y = 1202,287 + 0,148638 + (-0,257857) + 1,439777
- Kelurahan Naioni
Y = 66,164 + 0,148638 + (-0,257857) + 1,439777
- Kelurahan NBD
Y = 334,388 + 0,155241 + (-0,264887) + 1,478837
- Kelurahan NBS
Y = 1155,535 + 0,156319 + (-0,266523) + 1,468815
- Kelurahan Nunhila
Y = 619,979 + 0,156489 + (-0,265653) + 1,500617
- Kelurahan Penkase Oeleta
Y = 457,445 + 0,153572 + (-0,263679) + 1,414078
- Kelurahan Namosain
Y = 1483,769 + 0,163209 + (-0,274109) + 1,497501
- Kelurahan Alak
Y = 823,376 + 0,169391 + (-0,279314) + 1,480936

Hasil dari perhitungan model menunjukkan bahwa di Kecamatan Alak setiap variabel memiliki tingkat pengaruh yang berbeda di setiap kelurahan. Ketiga variabel tersebut yang berpengaruh terhadap distribusi penyediaan air bersih, dimana variabel jarak produksi ke pusat permukiman bernilai negatif terhadap distribusi penyediaan air bersih, yang berarti semakin kecil jarak produksi ke pusat permukiman, maka semakin besar distribusi pelayanan air bersih akan terjadi di Kecamatan Alak. Sedangkan untuk dua variabel lainnya yang bernilai positif, yaitu kepadatan penduduk dan pertumbuhan penduduk, dapat diartikan bahwa semakin bertambahnya kepadatan penduduk dan pertumbuhan penduduk yang terjadi di Kecamatan Alak maka distribusi pelayanan air bersih juga akan bertambah. Sebagai contoh, misalnya di Kelurahan Batuplat jika terjadi peningkatan luas kepadatan penduduk maka distribusi penyediaan air bersih

juga akan mengalami kenaikan sebesar 0,113579 setiap satu satuannya. Jika jarak lokasi produksi ke pusat permukiman semakin dekat maka distribusi penyediaan air bersih akan bertambah setiap 0,219096 setiap satu satuannya. Jika pertumbuhan penduduk mengalami kenaikan maka distribusi pelayanan air bersih juga akan meningkat sebesar 1,178089 setiap satu satuannya.

Standar deviasi menunjukkan kesenjangan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Semakin kecil nilai standar deviasi maka semakin kecil pula kesenjangan yang terjadi antara variabel. Untuk lebih jelas dapat dilihat dari keterangan di bawah ini:

- -1,5 - -0,5: Kelurahan Nunhila, Kelurahan Nunbaun Sabu, dan Kelurahan Alak
- -0,5 - 0,5: Kelurahan Fatufeto, Kelurahan Mantasi, Kelurahan Nunbaun Delha, Kelurahan Manutapen, Kelurahan Penkase Oeleta, Kelurahan Manulai II, dan Kelurahan Naioni
- 0,5 - 1,5: Kelurahan Batuplat
- 1,5 - 2,5: Kelurahan Namosain

Adapun masing-masing parameter variabel pengaruh GWR setiap kelurahan

- Variabel berpengaruh global: Variabel bebas tidak memiliki pengaruh signifikan yang berbeda antara satu kelurahan dengan kelurahan lainnya.
- Variabel berpengaruh lokal: Terdapat perbedaan signifikan dalam pengaruh variabel bebas antara satu kelurahan dengan kelurahan lainnya.

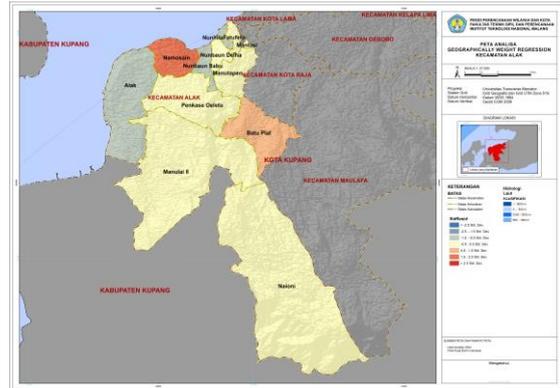
Tabel 4 Variabel Pengaruh Masing-masing Kelurahan

No	Kelurahan	Variabel
1	Batuplat, Mantasi, Manulai II, Manutapen, Naioni, Nunbaun Delha, Nunbaun Sabu, Nunhila, Penkase Oeleta, Namosain, Alak	Kepadatan Penduduk
2	Batuplat, Fatufeto, Mantasi, Manutapen, Nunbaun Delha, Nunbaun Sabu, Nunhila, Penkase Oeleta, Namosain, Alak	Jarak Lokasi ke Pusat Permukiman
3	Fatufeto, Mantasi, Manutapen, Nunbaun Delha, Nunbaun Sabu, Nunhila, Namosain, Alak	Pertumbuhan Penduduk

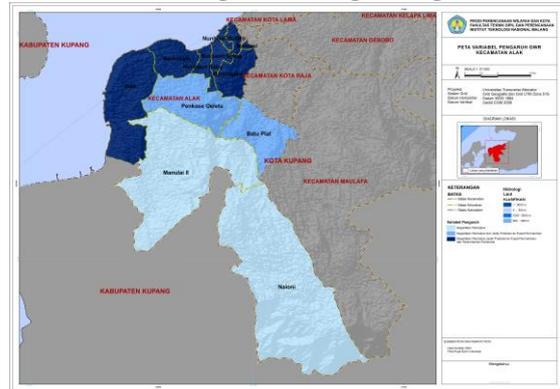
Sumber: Hasil Analisis GIS 2024

Hasil analisis Geographically Weighted Regression (GWR) menunjukkan bahwa distribusi penyediaan air bersih di Kecamatan Alak dipengaruhi oleh kepadatan penduduk, jarak produksi ke permukiman, dan pertumbuhan penduduk di setiap kelurahan. Misalnya, pertumbuhan penduduk berdampak pada distribusi di Kelurahan Fatufeto dan sekitarnya. Kepadatan penduduk memengaruhi semua kelurahan, sehingga perlu diperhatikan dalam perencanaan pipa sesuai jumlah rumah tangga. Faktor jarak produksi ke pusat permukiman berdampak pada kelurahan seperti Batuplat dan Namosain, sehingga perencanaan harus mempertimbangkan lokasi sumber air dan jaraknya ke permukiman agar distribusi optimal.

Peta 1 GWR



Peta 2 Variabel Pengaruh Masing-masing Kelurahan



Analisis Ketersediaan Air Tanah dan Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Alak

1. Ketersediaan Air Tanah

Secara matematis, konsep imbuhan air tanah dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$RC = RF \times A \times RC (\%)$$

RC : Imbuhan (m3/tahun)

RF : 0,91875 m/tahun

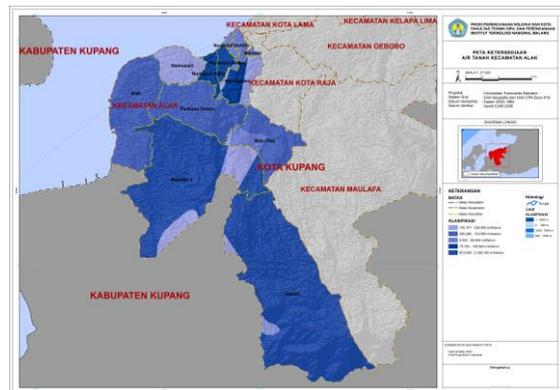
A : 64.387.990 m²

RC (%) : Batu Gamping (50%)

$$RC = 0,19875 \times 64.387.900 \times 0,5 = 6.398.547$$

Dari hasil perhitungan imbuhan air tanah yang telah dilakukan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa besar cadangan air tanah setiap tahunnya di Kecamatan Alak adalah kurang lebih sekitar **6.398.547 m³/tahun**.

Peta 3 Ketersediaan Air Tanah



2. Kebutuhan Air Domestik

Menurut Badan Standarisasi Nasional (BSN) dalam pedoman penyusunan neraca sumber daya air spasial, perhitungan kebutuhan air untuk domestik dapat dijelaskan sebagai berikut:

Q (DMI) : Kebutuhan air untuk kebutuhan domestik (m³/tahun)

q(r) : Konsumsi air pada daerah penelitian (liter/kapita/hari)

P(r) : Jumlah Penduduk daerah penelitian

Q (DMI) : Kebutuhan air untuk kebutuhan domestik (m³/tahun)

q(r) : 110 (liter/kapita/hari)

P(r) : 88.240 Jiwa

$$\begin{aligned} Q(\text{DMI}) &= 365 \times \{0,11 \times 88.240\} \\ &= 365 \times 9.706,4 \\ &= \mathbf{3.542.836} \end{aligned}$$

Sehingga dari hasil perhitungan di atas, jumlah kebutuhan air untuk domestik di Kecamatan Alak di tahun 2024 adalah **3.542.836 m³/tahun**. Untuk perhitungan proyeksi di masa yang akan datang dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

Tabel 5 Proyeksi Kebutuhan Air Domestik

No	Kelurahan	Kebutuhan air untuk domestik (m ³)			
		2027	2032	2037	2042
1	Naioni	176791,644	241084,825	328759,275	448317,977
2	Manulai II	789014,448	1914725,803	4646524,420	11275864,747
3	Batuplat	364269,462	499080,732	683783,855	936843,141
4	Alak	538581,565	713969,768	946472,851	1254690,182
5	Manutapen	453959,121	579379,657	739451,573	943748,409
6	Mantasi	42422,963	41581,265	40756,266	39947,636
7	Fatufeto	203015,026	193065,270	183603,150	174604,769
8	Nunhila	124516,727	127027,064	129588,011	132200,589
9	Nunbaun Delha	193157,737	200013,570	207112,740	214463,884
10	Nunbaun Sabu	179773,430	178876,359	177983,764	177095,623
11	Namosain	624106,875	720005,544	830639,757	958273,742
12	Penkase Oeleta	586152,118	857269,874	1253789,953	1833715,723
Total		4.275.761,117	6.266.079,729	10.168.465,616	18.389.766,421

Sumber: Hasil Perhitungan Excel 2024

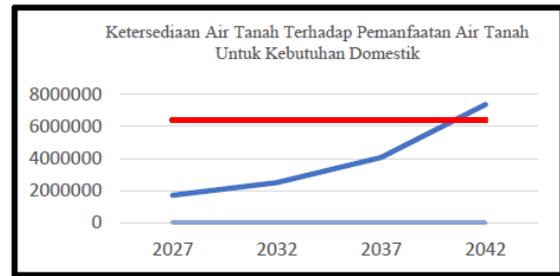
Kesimpulan dari kedua analisa ketersediaan dan kebutuhan air domestik penduduk Kecamatan Alak adalah bahwa untuk tahun 2024 ini ketersediaan air tanah masih surplus atau masih bisa memenuhi kebutuhan air domestik dari masyarakat di Kecamatan Alak. Proyeksi yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa ketersediaan air akan kritis terhadap kebutuhan domestik masyarakat pada tahun 2032 dan akan defisit sekitar mulai tahun 2033 ke atas. Adapun dari analisis sebelumnya yang telah menghitung persentase pemanfaatan sumber air, baik air tanah, air permukaan, dan mata air, dimana penggunaan sumber air tanah di Kecamatan Alak adalah sebesar 40%. Sehingga dilakukan perhitungan pemanfaatan air tanah untuk kebutuhan domestik dengan dapat dilihat dari tabel dan grafik berikut ini:

Tabel 6 Proyeksi Kebutuhan Domestik Dengan Persentase Penggunaan

Kebutuhan air untuk Domestik tahun 2027 (40% pemanfaatan air tanah)	Kebutuhan air untuk Domestik tahun 2032 (40% Pemanfaatan air tanah)	Kebutuhan air untuk Domestik tahun 2037 (40% pemanfaatan air tanah)	Kebutuhan air untuk Domestik tahun 2042 (40% pemanfaatan air tanah)
1.710.304 m ³ /tahun	2.500.431 m ³ /tahun	4.067.386 m ³ /tahun	7.355.906 m ³ /tahun

Sumber: Hasil Perhitungan Excel 2024

Grafik 1 Ketersediaan Air Tanah Terhadap Pemanfaatan Air Tanah Untuk Domestik



Sumber: Hasil Perhitungan Excel 2024

Dalam perhitungan ketersediaan air tanah di Kecamatan Alak, menunjukkan hasil bahwa cadangan air tanah sebesar 6.398.547 m³/tahun dan untuk kebutuhan air domestik sebesar 3.542.836 m³/tahun di tahun 2024. Jika dalam pemanfaatan air tanah yang ada di tahun-tahun berikutnya dipakai untuk memenuhi kebutuhan domestik sebesar 100%, maka dari proyeksi ketersediaan air tanah terhadap kebutuhan domestik akan defisit sekitar tahun 2033. Sehingga kesimpulannya bahwa pemanfaatan air tanah di Kecamatan Alak yang ada adalah 40%, dimana jika pemanfaatan air tanah ini tetap berada dalam besaran 40%, maka dari perhitungan proyeksi ketersediaan air tanah akan defisit terhadap kebutuhan domestik sekitar tahun 2042.

Kerentanan Air Tanah

Analisis kerentanan air tanah menggunakan metode APLIS, Altitude (ketinggian), Pendiente (kemiringan lereng), Litologia (litologi), Infiltración preferencial (zona infiltrasi), dan Suelo (tanah), menunjukkan bahwa di Kecamatan Alak memiliki kondisi kerentanan air tanah dengan kelas kerentanan yang sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi. Untuk hasil analisis yang sudah dilakukan dapat dilihat di peta dan diagram berikut ini:

Peta 4 Kerentanan Air Tanah

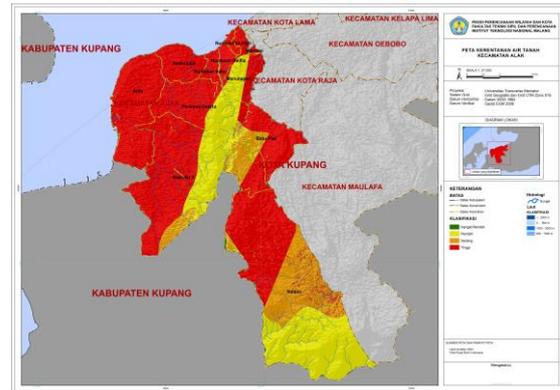
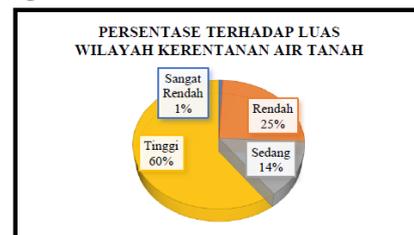


Diagram 1 Persentase Kerentanan Air Tanah



Sumber: Hasil Perhitungan Excel 2024

Overlay Pengelolaan Air Tanah

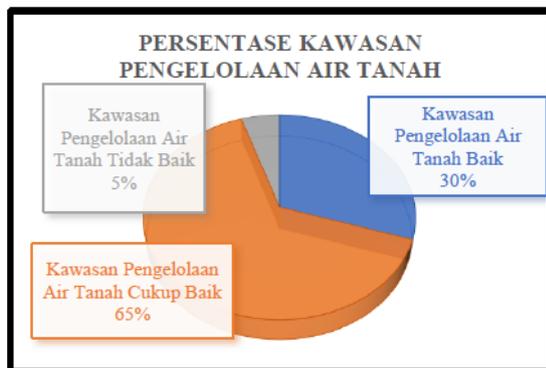
Analisis overlay Intrusi air laut, Cekungan Air Tanah, potensi air tanah dan kerentanan air tanah yang dilakukan untuk mendapatkan kawasan yang dapat dilakukan pengeboran sumber air tanah sebagai sumber baru untuk distribusi pelayanan, terdapat tiga klasifikasi, dimana terdapat kawasan pengelolaan air tanah baik, kawasan pengelolaan air tanah cukup baik, kawasan pengelolaan air tanah tidak baik. Hasil analisis overlay tersebut dapat dilihat dalam tabel, diagram, dan peta dibawah ini:

Tabel 7 Kawasan Pengelolaan Air Tanah

No	Kelas	Klasifikasi	Luas (ha)
1.	1-3	Kawasan Pengelolaan Air Tanah Baik	1979,18
2.	4-6	Kawasan Pengelolaan Air Tanah Cukup Baik	4198,69
3.	7-9	Kawasan Pengelolaan Air Tanah Tidak Baik	304,56

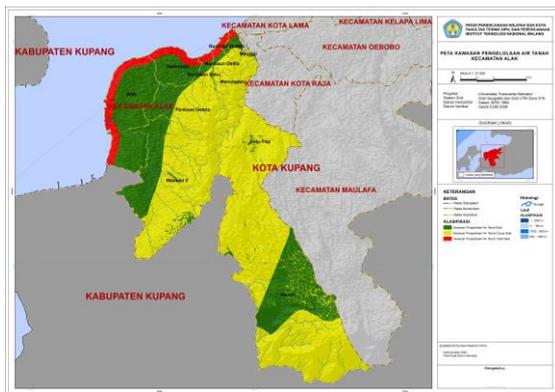
Sumber: Hasil Analisis GIS 2024

Diagram 2 Persentase Kawasan Pengelolaan Air Tanah



Sumber: Hasil Perhitungan Excel 2024

Peta 5 Kawasan Pengelolaan Air Tanah



Dapat dilihat dari tabel dan diagram diatas bahwa di Kecamatan Alak terdapat tiga klasifikasi kawasan pengelolaan air tanah untuk sumber baru distribusi penyediaan air bersih, yaitu, kawasan pengelolaan air tanah tidak baik, dimana memiliki luas 304,56 ha dengan persentase 5% dari luas total wilayah Kecamatan Alak, yang berikutnya ada kawasan pengelolaan air tanah cukup baik yang luasnya 4.198,69 ha dengan persentase 65% dari luas total Kecamatan Alak, dan yang terakhir adalah kawasan pengelolaan air tanah

baik yang luasnya 1.979,18 ha dengan persentase 30% dari luas total Kecamatan Alak.

Penyediaan dan Pengelolaan Air Tanah

1. Arahan Kebijakan dan Strategi Penyediaan Air Bersih

Jumlah penyediaan yang belum terlayani di Kecamatan Alak adalah 9.793 rumah tangga atau sekitar 53% dari jumlah total rumah tangga. Pemerintah daerah dan PDAM harus memperbesar cakupan pelayanannya, agar dalam pemanfaatan sumber air tanah dapat dikontrol dan dikelola dengan baik. Hal ini menjadi penting karena walaupun sumber daya air adalah sumber daya milik bersama (common property resources), tetapi hal ini justru cenderung membuat masyarakat tidak sensitif terhadap kerusakan yang terjadi, karena penggunaannya yang tidak efisien dan tidak terkontrol. Kesimpulannya adalah kebijakan yang dibuat, harus membatasi penggunaan sumur bor pribadi dan pengelolaan usaha tangki air di Kecamatan Alak. Sehingga Pemerintah daerah dalam hal ini PDAM dapat mengambil alih pemanfaatan air tanah, agar dapat mengelolanya dengan baik dan tetap menjaga ekosistem air tanah serta keberlanjutannya.

- Arahan strategi rencana penyediaan air bersih yang dapat dilakukan oleh Pemerintah daerah dan PDAM adalah harus memperhatikan tiga faktor penting dalam distribusi penyediaannya agar dapat berjalan dengan baik di Kecamatan Alak. Faktor-faktor tersebut adalah kepadatan penduduk, jarak produksi sumber air ke pusat permukiman, dan pertumbuhan penduduk di setiap kelurahan. Hal pertama yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah pemerataan kepadatan penduduk di semua kelurahan. Pemerataan kepadatan penduduk ini bertujuan agar dalam penyediaan air bersih tidak terkonsentrasi di suatu kelurahan saja dan juga untuk mengurangi terjadinya pengambilan air tanah yang berlebihan di suatu kelurahan tertentu.
- Arahan strategi rencana yang kedua adalah terkait jarak produksi sumber air ke pusat permukiman. Dalam mengembangkan distribusi penyediaan air bersih perlu memperhatikan jarak produksi ke pusat permukiman, agar nantinya jumlah air yang sampai ke pelanggan dapat maksimal. Di Kecamatan Alak distribusi sambungan rumah tangga memang sudah sampai ke seluruh kelurahan yang ada. Tetapi dalam penyediaan tersebut memang belum seluruh wilayah di dalam kelurahan terpenuhi, dimana ada beberapa wilayah di kelurahan yang belum mendapatkan akses pelayanan dari PDAM. Ada dua alasan yang membuat distribusi pelayanan di beberapa Kelurahan belum terpenuhi secara maksimal, dimana ada alasan internal yakni dari penyedia air bersih dalam hal ini PDAM, dan alasan eksternal dalam hal ini dari masyarakat itu sendiri dengan beberapa alasannya untuk tidak memakai pelayanan dari PDAM. Faktor jarak produksi ke pusat permukiman memiliki kedua alasan diatas yakni dari masyarakat dan PDAM terhadap penyediaan air bersih di Kecamatan Alak. Arahan rencana yang dapat dilakukan adalah memperhatikan memperdekat jarak antara

sumber dan permukiman yang terlayani, dimana hal ini sangat berpengaruh baik dari jumlah kehilangan air yang pasti akan berkurang dan juga air yang akan didistribusikan ke rumah tangga pasti lebih efisien dan maksimal. Selain itu dengan dekatnya sumber ke permukiman yang terlayani, membuat anggaran perencanaan jaringan distribusinya pasti akan lebih murah, dibandingkan jika jarak sumber yang jauh dari pusat permukiman.

- Arahan strategi rencana yang ketiga terkait pertumbuhan penduduk di Kecamatan Alak. Pertumbuhan penduduk yang cukup pesat membuat tidak dapat terkontrolnya konsumsi air bersih di suatu wilayah, karena dalam distribusi pelayanan air bersih tentunya memerlukan waktu yang tidak singkat. Sementara itu pertumbuhan penduduk yang cepat membuat kebutuhan dan ketersediaan menjadi tidak seimbang. Hal ini membuat di beberapa wilayah yang distribusi penyediaan air bersih belum maksimal karena pertumbuhan penduduk, yang akhirnya membuat penduduk menggunakan sumur bor pribadi, sumur galian, dan jasa tangki air untuk memenuhi kebutuhan air bersih mereka.

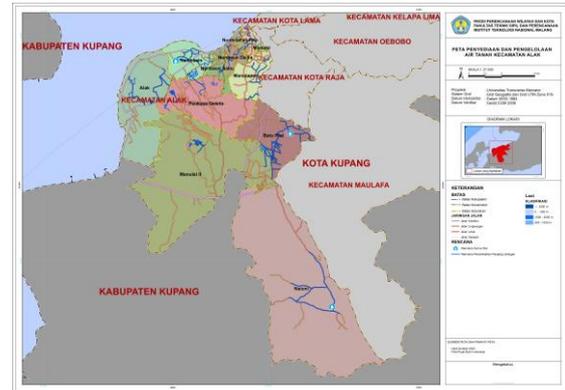
2. Arahan Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Air Tanah

Ketersediaan cadangan air tanah di Kecamatan Alak adalah 6.398.547 m³/tahun. Hasil perhitungan ini didapat dari analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Adapun untuk proyeksi pemanfaatan air tanah untuk kebutuhan domestik di tahun 2037 adalah 4.067.386 m³/tahun. Dari perhitungan proyeksi kebutuhan air domestik terhadap ketersediaan air tanah tersebut, maka ketersediaan air tanah mulai kritis di tahun 2037. Oleh karena itu, perlu adanya kebijakan untuk mulai membuat pemanfaatan sumber lain diluar daerah kecamatan dan juga dapat dilakukan perencanaan SPAM yang sumbernya berasal dari tadah hujan misalnya embung, dan bendungan. Perencanaan SPAM ini dilakukan untuk menunjang kebutuhan air domestik agar ekosistem air tanah tidak rusak karena ketersediaan air tanah sudah mulai kritis terhadap kebutuhan domestik di tahun 2037. Adapun pengelolaan sebelum tahun kritis tersebut untuk memenuhi kebutuhan domestik, pemanfaatan air tanah yang dapat dilakukan dengan memperhatikan lokasi pemboran air tanah seperti; berada dalam daerah Cekungan Air Tanah (CAT), melihat potensi produktivitas akuifer air tanah, melihat kondisi kerentanan di daerah rencana pemboran di lokasi pemboran dan juga memperhatikan jarak aman lokasi pengeboran ke bibir pantai untuk menghindari terjadinya intrusi air laut, dimana intrusi air laut biasanya terjadi pada jarak 300 m dari bibir Pantai (Magfirah, 2018).

Arahan strategi pengelolaan air tanah adalah rencana pembuatan 3 sumur bor baru, dimana tiga sumur bor tersebut berada pada kawasan pengelolaan air tanah baik. Kecamatan Alak terdapat tiga klasifikasi kawasan pengelolaan air tanah untuk sumber baru distribusi penyediaan air bersih, yaitu, kawasan pengelolaan air tanah tidak baik, dimana memiliki luas 304,56 ha dengan persentase 5% dari luas total wilayah Kecamatan Alak, yang berikutnya ada kawasan pengelolaan air tanah cukup baik yang luasnya 4.198,69 ha dengan persentase 65% dari luas total Kecamatan Alak, dan yang terakhir adalah

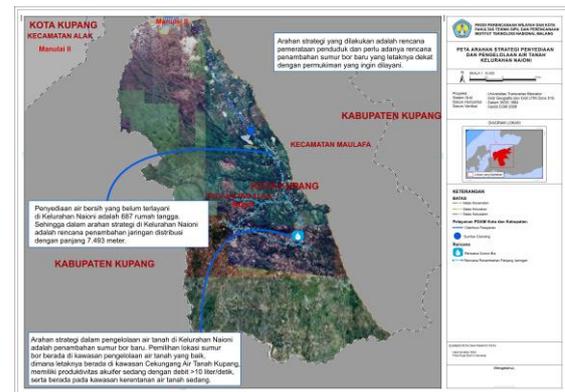
kawasan pengelolaan air tanah baik yang luasnya 1.979,18 ha dengan persentase 30% dari luas total Kecamatan Alak. Rencana penambahan sumur bor baru ini, selain melihat dari hasil analisis yang sudah dilakukan, dalam penentuannya juga memperhatikan kondisi eksisting penyediaan air bersih yang ada di Kecamatan Alak. Sehingga terdapat tiga titik lokasi rencana sumur bor baru, yang berada di Kelurahan Namosain, Kelurahan Batuplat, dan Kelurahan Naioni.

Peta 6 Penyediaan dan Pengelolaan Air Tanah

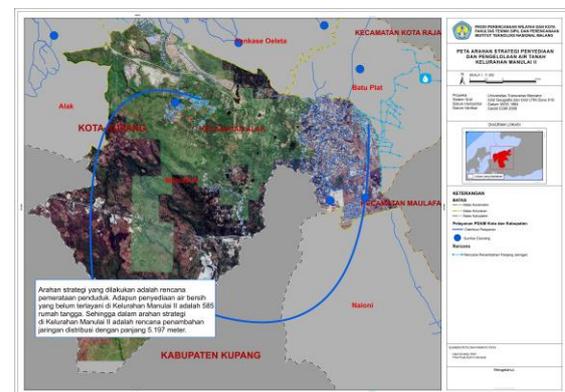


Arahan Strategi Setiap Kelurahan

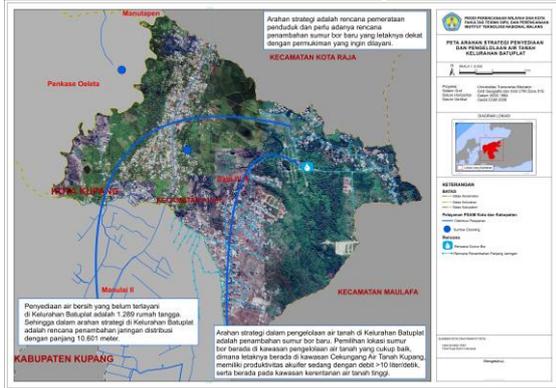
Peta 7 Kelurahan Naioni



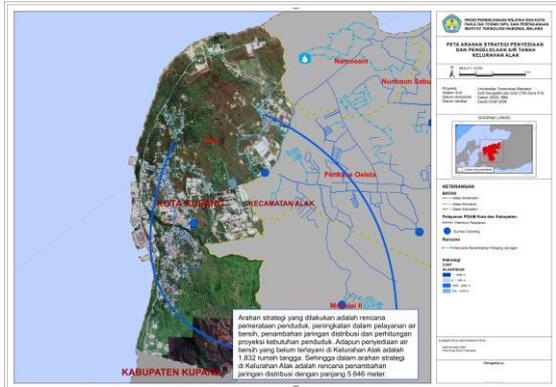
Peta 8 Kelurahan Manulai II



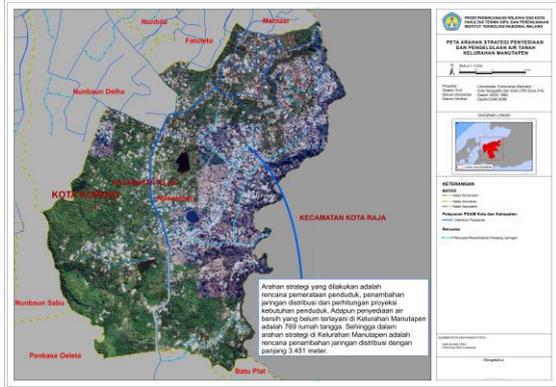
Peta 9 Kelurahan Batuplat



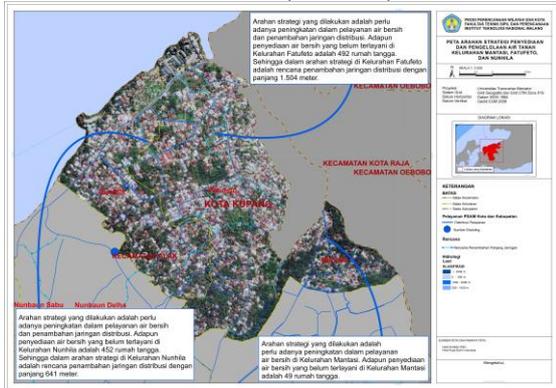
Peta 10 Kelurahan Alak



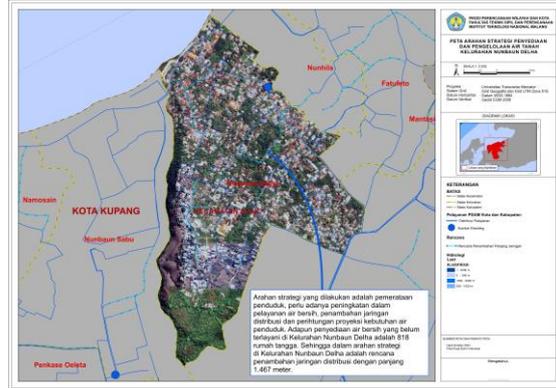
Peta 11 Kelurahan Manutapen



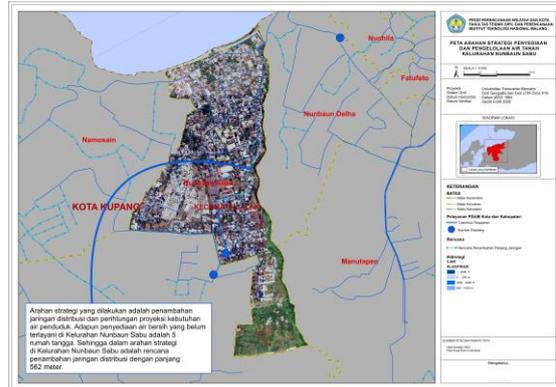
Peta 12 Kelurahan Mantasi, Fatufeto, dan Nunhila



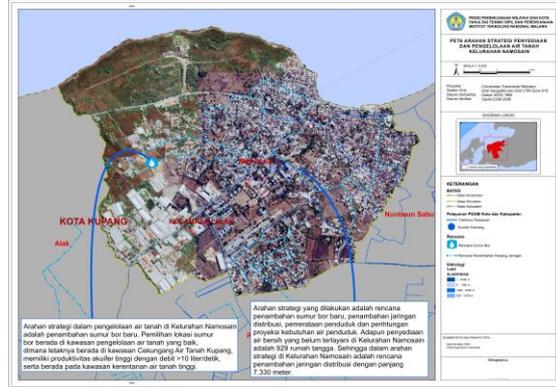
Peta 13 Kelurahan Nunbaun Delha



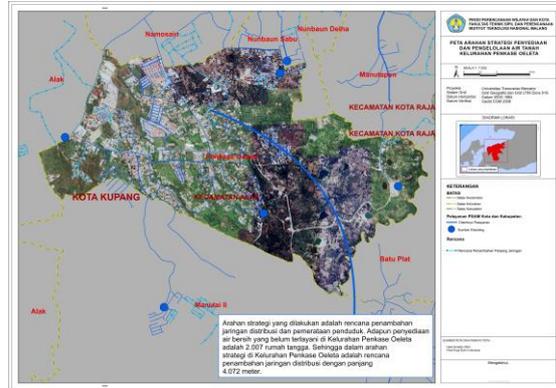
Peta 14 Kelurahan Nunbaun Sabu



Peta 15 Kelurahan Namosain



Peta 16 Kelurahan Namosain



Kesimpulan dan Saran Kesimpulan

Kecamatan Alak memiliki tantangan besar dalam memenuhi kebutuhan air bersih, dimana terdapat 53% rumah tangga yang belum mendapatkan pelayanan air bersih dari PDAM. Pemerintah daerah dan PDAM

perlu memperluas cakupan pelayanan mereka untuk mengelola sumber air tanah dengan lebih baik dan menghindari penggunaan air yang tidak efisien. Kebijakan tersebut harus dapat membatasi penggunaan sumur bor pribadi dan mengelola usaha tangki air, agar memungkinkan PDAM untuk mengambil alih pemanfaatan air tanah. Adapun kebijakan dalam pengelolaan air tanah, dimana ketersediaan air tanah di Kecamatan Alak diperkirakan akan kritis pada tahun 2037, dengan proyeksi kebutuhan air domestik mencapai 4.067.386 m³/tahun dari ketersediaan 6.398.547 m³/tahun. Oleh karena itu, perlu ada kebijakan untuk mengurangi pemanfaatan air tanah dan memanfaatkan sumber air alternatif, seperti SPAM dari tadah hujan.

Strategi penyediaan air bersih harus mempertimbangkan tiga faktor utama: kepadatan penduduk, jarak antara sumber air dan permukiman, serta pertumbuhan penduduk di setiap kelurahan. Pemerataan kepadatan penduduk diperlukan untuk mengurangi pengambilan air tanah yang berlebihan di daerah tertentu. Selain itu, memperpendek jarak antara sumber air dan permukiman dapat mengurangi kehilangan air dan biaya jaringan distribusi. Pertumbuhan penduduk yang cepat harus diantisipasi untuk menjaga keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air. Strategi pengelolaan air tanah yang akan dilakukan sebelum tahun kritis adalah harus memperhatikan lokasi pemboran, dimana terdapat beberapa variabel penting yang harus diperhatikan, yaitu; produktivitas akuifer, kerentanan, berada pada cekungan air tanah dan jarak aman dari bibir pantai untuk menghindari intrusi air laut. Kecamatan Alak memiliki tiga klasifikasi kawasan pengelolaan air tanah untuk sumber distribusi baru, dengan sebagian besar wilayahnya memiliki potensi yang cukup baik untuk pengelolaan air tanah.

Kecamatan Alak memiliki strategi penyediaan dan pengelolaan air tanah yang berbeda-beda di setiap kelurahannya, misalnya dalam penyediaan air bersih terdapat kelurahan yang dalam penyediaannya dibutuhkan tambahan panjang jaringan distribusi yang besar, yaitu Kelurahan Batuplat dengan panjang 10.601 meter, dimana untuk memenuhi kebutuhan air bersih rumah tangga yang belum terlayani sebanyak 1.289 rumah tangga. Sebaliknya ada juga kelurahan yang hanya membutuhkan penambahan panjang jaringan distribusi yang kecil, yaitu kelurahan Nunbaun Sabu dengan panjang 563 meter, dimana untuk memenuhi kebutuhan air bersih rumah tangga yang belum terlayani sebanyak 5 rumah tangga. Adapun terdapat kelurahan yang juga memerlukan penambahan sumur bor baru yaitu Kelurahan Naioni, Kelurahan Batuplat dan, Kelurahan Namosain.

Saran

1) Bagi pemerintah

- Pemerintah daerah bisa membuat kebijakan terkait pembatasan pengelolaan air tanah oleh swasta dalam hal ini jasa tangki air, agar pengelolaan air tanah lebih banyak dilakukan oleh pemerintah daerah.
- Pemerintah bisa melakukan program untuk pemerataan penduduk, dimana agar dalam penyediaan air bersih tidak terkonsentrasi di wilayah tertentu dan juga untuk mengurangi terjadinya pengambilan air tanah yang berlebihan di suatu wilayah.

- Merencanakan pembuatan sumur bor baru yang tentunya memperhatikan aspek potensi dan pencemaran.
- Merencanakan pembangunan bendungan untuk penyediaan air bersih di tahun yang akan datang, dimana air tanah mulai kritis terhadap kebutuhan domestik di tahun 2037.

2) Bagi penelitian selanjutnya

- Melakukan penelitian lebih lanjut dari aspek hukum dan peraturan yang berlaku terkait penyediaan dan pengelolaan sumber daya air. Sehingga dalam pembuatan kebijakan penyediaan dan pengelolaan dapat tepat sasaran dan adil, serta menguntungkan kedua pihak baik masyarakat dan pemerintah.
- Melakukan penelitian lebih lanjut terkait sistem jaringan distribusi penyediaan air bersih yang lebih teknis, misalnya terkait besar reservoir yang diperlukan, sistem hidrologi dan sistem pengaliran pipa. Sehingga dalam penyediaannya dapat efisien dan tepat sasaran.
- Melakukan studi terkait lokasi bendungan atau sumber baru lainnya sebagai alternatif ketika sumber air tanah yang mulai kritis.

DAFTAR PUSTAKA

- Admadhani, D. N., Tunggul, A., Haji, S., & Susanawati, D. (2012). Analysis of Water Supply and Water Demand for Carrying Capacity Assessment (Case Study of Malang). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 13–20.
- Andreo, B., Vias, J., Durán, J. J., Jiménez, P., López-Geta, J. A., & Carrasco, F. (2008). Methodology for groundwater recharge assessment in carbonate aquifers: Application to pilot sites in southern Spain. *Hydrogeology Journal*, 16(5), 911–925. <https://doi.org/10.1007/s10040-008-0274-5>
- Ghozali, A., & Yuliasuti, N. (2017). Penilaian Pelayanan Air Bersih Di Kelurahan Kemijen Kecamatan Semarang Timur. *Jurnal Pengembangan Kota*, 5(1), 37. <https://doi.org/10.14710/jpk.5.1.37-44>
- Gleitsmann, B. A., Kroma, M. M., & Steenhuis, T. (2007, May). Analysis of a rural water supply project in three communities in Mali: Participation and sustainability. In *Natural resources forum* (Vol. 31, No. 2, pp. 142-150). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Gunawan, W. A. F., Sisinggih, D., & Dermawan, V. (2014). Studi Kerentanan Air Tanah Terhadap Kontaminan di Cekungan Air Tanah Negara Kabupaten Jembrana Provinsi Bali. *Jurnal Teknik Pengairan*, 4(2). <https://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/191>
- Handiyatmo, D., Sahara, I., & Rangkuti, H. (2010). Pedoman Penghitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja. In *BPS Jakarta*.
- Hardinasari, R. (2018). Karakteristik Hidrologi Karst. *Analisis Spasial Dan Ekologikal Wilayah Hidrologi Karst Di Gunungkidul*, 1–4. <http://dx.doi.org/10.31227/osf.io/9c2fx>
- Hendrayana, H. (2007). Pengelolaan Air Tanah di INDONESIA Sebuah Ulasan dan Pemikiran. *Buku*

- Ketahanan Air UGM, April.*
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1974.9287>
- Irawan, R. C., Nugraha, A. L., & Firdaus, H. S. (2020). Analisis Tingkat Kekumuhan pada Permukiman menggunakan Model Geographically Weighted Regression (GWR) (Studi Kasus : Kota Surakarta, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 9(2), 145–154.
- Jasrotia, A. S., Majhi, A., & Singh, S. (2009). Water balance approach for rainwater harvesting using remote sensing and GIS techniques, Jammu Himalaya, India. *Water resources management*, 23,
- Luthfi, A. (2019). MODEL KELEMBAGAAN TATA KELOLA SUMBERDAYA AIR TANAH YANG BERKELANJUTAN (Studi di Desa Sumberjati Kecamatan Silo Kabupaten Jember). *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, 1(1), 47–56. <https://doi.org/10.36441/seoi.v1i1.608>
- Maryati, S., An Nisaa' Siti Humaira., & Kania Rizna Hudiar. (2017). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Cakupan Pelayanan Air Bersih di Kawasan Metropolitan di Indonesia. *Prosiding Simposium II – UNIID 2017, September*, 978–979.
- Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional. (2021). *Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/kepala Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia Nomor 14*. 1–41.
- Muta'ali, L. (2011). Kapita selekta pengembangan wilayah. Badan Penerbit Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.
- Noviyanti, E. (2014). Penyediaan Air Bersih Pada Kawasan Rawan Air. *Tata Loka*, 116–130.
- Pendidikan, P., Pelatihan, D. A. N., Daya, S., & Dan, A. I. R. (2017). *Modul geologi dan hidrogeologi pelatihan perencanaan air tanah 2017*.
- Permatasari, A. Y. (2023). BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64. *Gastronomia Ecuatoriana y Turismo Local.*, 1(69), 1–64.
- Rejekiningrum, P. (1907). *Peluang pemanfaatan air tanah untuk keberlanjutan sumber daya air*. 85–96.
- Rifai, M. (2022). Pengelolaan Terhadap Pemanfaatan Air Tanah di Kabupaten Demak. *Matriks Teknik Sipil*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v10i1.50094>
- Ristiawan, R., & Purnama, I. S. (2016). Studi Ketersediaan Airtanah Bebas untuk Proyeksi Kebutuhan Air Domestik di Kecamatan Ngemplak Kabupaten Sleman. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(1), 1–10.
- Ryka, H., Kencanawati, M., & Syahid, A. (2020). Sistem Informasi Geografis (GIS) dengan Arcgis dalam Pemanfaatan Analisis Banjir di Kelurahan Sepinggan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil TRANSUKMA*, 3(1), 42–51. <https://doi.org/10.36277/transukma.v3i1.70>
- Sari, I. K., Limantara, Montaroh, L., & PriyantoroDwi. (2012). Analisa ketersediaan dan kebutuhan air pada das sampean. *Jurnal Jurusan Pengairan*, 1–14.
- Sanim, B. (2011). *Sumberdaya air dan kesejahteraan publik: suatu tinjauan teoritis dan kajian praktis*. IPB Press.
- Sni 19-6728.1-2002. (2002). SNI 19-6782.1-2002 Penyusunan Neraca Sumber Daya Bagian 1 : Sumber Daya Air Spasial. *Sni 19-6728.1-2002, ISSN No. 2(1), 25–31.* <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jrsdd/article/view/790/pdf%0Ahttp://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/snp2m/article/viewFile/1414/1312>
- Sugiyono, D. (2013). Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D.
- Suripin (watervoorzienting.). (2002). *Pelestarian sumberdaya tanah dan air*. Andi.
- Tambunan, R. A. (2013). *Peran Pdam Dalam Pengelolaan Bahan Air Baku Air Minum Sebagai Perlindungan Kualitas Air Minum di Kota Yogyakarta* (Doctoral dissertation, UAJY).
- Widiastuti, A. P., & Widyastuti. (2012). Zonasi Kerentanan Airtanah Bebas Terhadap Pencemaran Dengan Metode APLIS di Kecamatan Wonosari Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Bumi Indonesia*, 1(2), 38–46.