

# Detail Engineering Design (DED) Pengembangan SPAM Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan

Yuliani<sup>1</sup>, Tanti Octavia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Profesi Insinyur, Universitas Kristen Petra,  
[yuliani.abari@gmail.com](mailto:yuliani.abari@gmail.com)

<sup>2</sup>Prodi Teknik Industri dan Prodi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Kristen Petra  
Jl. Siwalankerto 121 – 131, Surabaya  
[tanti@petra.ac.id](mailto:tanti@petra.ac.id)

*Abstract— The need for clean water in Karangbinangun Subdistrict, Lamongan Regency is increasing. In order to meet the needs of clean water and public health and the achievement of the national target of 10 million housing connections, SPAM development is planned in Karangbinangun Subdistrict, Lamongan Regency. SPAM development is planned with a capacity of 300 l/s to serve 4 sub-districts namely Karangbinangun, Deket, Glagah, and Kalitengah. The scope of DED activities is intake planning, Water Treatment Plant (IPA), Design transmission and distribution pipe, Main reservoir and distribution. Planned intake system is Conduit Intake System. Pipa transmission uses HDPE pipe diameter 500 mm,  $\pm 100$  m. IPA planned IPA package as much as 3 units, capacity of 100 l/s. The main reservoir volume is 5,000 m<sup>3</sup>, 1 unit and the reservoir in Deket Subdistrict is 2,000 m<sup>3</sup>. JDU pipe length  $\pm 14,600$  m.*

**Abstrak :** Kebutuhan air bersih di Kecamatan Karangbinangun, Kabupaten Lamongan semakin meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk serta berkembangnya kawasan pemukiman maupun industri. Dalam rangka pemenuhan kebutuhan air bersih dan kesehatan masyarakat serta pencapaian target nasional 10 juta sambungan rumah, direncanakan pengembangan SPAM di Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan. Pengembangan SPAM direncanakan berkapasitas 300 liter/detik untuk melayani 4 kecamatan yakni Karangbinangun, Deket, Glagah, dan Kalitengah. Lingkup kegiatan DED adalah perencanaan intake, Instalasi Pengolahan Air (IPA), Desain pipa transmisi dan distribusi, Reservoir utama dan distribusi. Sistem intake direncanakan Sistem Intake Conduit. Pipa transmisi menggunakan pipa HDPE diameter 500 mm sepanjang  $\pm 100$  m. IPA direncanakan IPA paket sebanyak 3 unit, kapasitas masing-masing 100 liter/detik. Volume reservoir utama sebesar 5.000 m<sup>3</sup> sebanyak 1 unit dan reservoir di Kecamatan Deket sebesar 2.000 m<sup>3</sup>. Panjang pipa JDU sepanjang  $\pm 14.600$  m.

**Kata Kunci—** Perencanaan DED SPAM, Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan.

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan air bersih di Kecamatan Karangbinangun, Kabupaten Lamongan semakin meningkat, sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan berkembangnya kawasan pemukiman maupun industry, serta mewujudkan kesejahteraan masyarakat dalam rangka mendukung pencapaian target nasional 10 juta sambungan rumah, direncanakan pengembangan SPAM di Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan. Pengembangan SPAM di Kecamatan Karangbinangun direncanakan berkapasitas 300 lt/det untuk melayani 4 (empat) kecamatan yakni Karangbinangun, Deket, Glagah, dan Kalitengah.

Maksud dari pekerjaan adalah untuk menyiapkan Detail Engineering Design (DED) yang digunakan sebagai dasar dalam melaksanakan pembangunan SPAM di Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan. Tujuan dari pekerjaan adalah untuk mendapatkan dokumen sebagai acuan pelaksanaan pembangunan SPAM di Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan.

Ruang lingkup pekerjaan ini adalah DED Pengembangan SPAM Kecamatan Karangbinangun, Kabupaten Lamongan untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan kesehatan masyarakat. Lingkup kegiatan DED ini adalah

perencanaan SPAM mulai dari bangunan pengambilan (intake), Instalasi Pengolahan Air (IPA), desain pipa transmisi dan distribusi, reservoir utama dan distribusi, berikut utilitas penunjangnya.

## II. STUDI LITERATUR

### A. Perencanaan Teknis Unit Air Baku

Bangunan pengambilan air baku harus dirancang atas dasar pertimbangan teknis berikut:

1. Jaminan atas perolehan air baku dengan kualitas yang memenuhi syarat air baku dan kemungkinan terjadinya pencemaran maupun perubahan kualitas di kemudian hari.
2. Kemungkinan terjadinya perubahan kapasitas sumber air baku, dan perubahan arus aliran (sungai) di masa mendatang.
3. Menghindari gangguan akibat musim banjir dan materi sampah.
4. Pengamanan sumber air baku dari bahan pencemar (limbah padat dan cair).
5. Akses yang mudah ke lokasi bangunan pengambilan air baku guna melakukan inspeksi, operasi, dan

- 6. Memungkinkan manuver kendaraan secara leluasa bila sewaktu-waktu diperlukan untuk penggantian dan reparasi peralatan.
- 7. Memberikan kelonggaran bagi pengembangan selanjutnya.
- 8. Jaminan terhadap kebutuhan yang diperlukan ketika terjadi kondisi kapasitas sumber air baku mencapai batas terendah.
- 9. Tidak mengganggu kehidupan akuatik dalam lingkungan sumber air baku.
- 10. Mempertimbangkan kondisi geologi untuk kestabilan bangunan pengambilan air baku.
- 11. Untuk bangunan pengambilan air baku dari sungai, posisi pada belokan sungai bagian luar akan lebih baik daripada posisi bagian dalam mengingat terakumulasinya pasir, sampah, dan kedalaman air yang lebih rendah pada posisi tersebut.

**B. Perencanaan Teknis Unit Pipa Transmisi Air Baku**  
Berikut kriteria desain sistem pipa transmisi air baku.

**Tabel 1.** Kriteria Desain Sistem Pipa Transmisi Air Baku

No.	Uraian	Satuan	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Qmax	Kebutuhan air hari maksimum $Q_{max} = F_{max} \times Q_{rata-rata}$
2	Faktor hari maksimum	F.max	1,10 – 1,50
3	Kecepatan aliran air dalam pipa : a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum : - Pipa PVC - Pipa DCIP	V min  V.max	0,3-0,6 m/det  3,0-4,5 m/det 6,0 m/det
4	Tekanan air dalam pipa a) Tekanan minimum b) Tekanan maksimum : - Pipa PVC - Pipa DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 80	Hmin  Hmax	1 atm  6 – 8 atm 10 atm 12.4 atm 9.0 atm

Sumber: PerMen PU No. 18/2007

**C. Perencanaan Teknis Unit Produksi**

Rangkaian proses pengolahan air umumnya terdiri dari satuan operasi dan satuan proses untuk memisahkan material kasar, material tersuspensi, material terlarut, proses netralisasi dan proses desinfeksi. Unit produksi dapat terdiri dari unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, netralisasi, dan desinfeksi. Sesuai dengan SNI No. 6774:2008 tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air telah disebutkan kriteria perencanaan WTP secara lengkap mulai dari unit Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi dan Filter.

**D. Perencanaan Teknis Unit Distribusi**

Berikut kriteria desain sistem pipa distribusi.

**Tabel 2.** Kriteria Desain Sistem Pipa Distribusi

No	Uraian	Satuan	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Qpeak	Kebutuhan air hari maksimum $Q_{peak} = F_{peak} \times Q_{rata-rata}$
2	Faktor hari puncak	F.peak	1,15 – 3,00
3	Kecepatan aliran air dalam pipa: a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum : - Pipa PVC - Pipa DCIP	V min  V.max V.max	0,3-0,6 m/det  3,0-4,5 m/det 6,0 m/det
4	Tekanan air dalam pipa a) Tekanan minimum b) Tekanan maksimum : - Pipa PVC /ACP - Pipa Steel/DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 80	Hmin  Hmax	(0,5 - 1,0) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh  6 – 8 atm 10 atm 12.4 atm 9.0 atm

Sumber: PerMen PU No. 18/2007

**E. Perencanaan Teknis Unit Reservoir**

Perencanaan teknis unit reservoir memperhatikan lokasi dan tinggi reservoir berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

1. Reservoir pelayanan di tempat sedekat mungkin dengan pusat daerah pelayanan.
2. Tinggi reservoir pada sistem gravitasi ditentukan sehingga tekanan minimum sesuai hasil perhitungan hidrolis di jaringan pipa distribusi. Muka air reservoir rencana diperhitungkan berdasarkan tinggi muka air minimum;
3. Jika elevasi muka tanah wilayah pelayanan bervariasi, maka wilayah pelayanan dibagi beberapa zona wilayah pelayanan yang dilayani masing-masing dengan satu reservoir.

Volume reservoir pelayanan (service reservoir) ditentukan berdasarkan:

1. Jumlah volume air maksimum yang harus ditampung saat pemakaian air minimum ditambah volume air yang harus disediakan pada saat pengaliran jam puncak karena adanya fluktuasi pemakaian air di wilayah pelayanan dan periode pengisian reservoir.
2. Cadangan air untuk pemadam kebakaran kota sesuai dengan peraturan yang berlaku untuk daerah setempat Dinas Kebakaran
3. Kebutuhan air khusus, yaitu pengurusan reservoir, taman dan peristiwa khusus

Volume Reservoir Penyeimbang efektif ditentukan berdasarkan keseimbangan aliran keluar dan aliran masuk

reservoir selama pemakaian air di daerah pelayanan. Sistem pengisian reservoir dapat dengan sistem pompa maupun gravitasi. Suplai air ke konsumen dilakukan secara gravitasi.

#### F. Perencanaan Teknis Unit Pompa Distribusi

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan pompa adalah:

1. Efisiensi pompa; kapasitas dan total head pompa mampu beroperasi dengan efisiensi tinggi dan bekerja pada titik optimum sistem.
2. Tipe pompa;
  - a. Bila ada kekhawatiran terendam air, gunakan pompa tipe vertikal;
  - b. Bila total head kurang dari 6 m ukuran pompa (bore size) lebih dari 200 mm, menggunakan tipe mixed flow atau axial flow;
  - c. Bila total head lebih dari 20 m, atau ukuran pompa lebih kecil dari 200 mm, digunakan tipe sentrifugal;
  - d. Bila head hisap lebih dari 6 m atau pompa tipe mixed-flow atau axial flow yang lubang pompanya (bore size) lebih besar dari 1.500 mm, digunakan pompa tipe vertikal.
3. Kombinasi pemasangan pompa  
Penggunaan beberapa pompa kecil lebih ekonomis dari pada satu pompa besar. Pemakaian pompa kecil akan lebih ekonomis pada saat pemakaian air minimum di daerah distribusi. Perubahan dari operasi satu pompa ke operasi beberapa pompa mengakibatkan efisiensi pompa masing masing berbeda-beda.
4. Pompa cadangan diperlukan untuk mengatasi suplai air saat terjadi perawatan dan perbaikan pompa.

#### G. Perencanaan Teknis Unit Pelayanan

Unit Pelayanan terdiri dari sambungan rumah, hidran/kran umum, terminal air, hidran kebakaran dan meter air.

1. Sambungan Rumah: pipa sambungan rumah adalah pipa dan perlengkapannya, dimulai dari titik penyadapan sampai dengan meter air. Perlengkapan minimal pada sambungan rumah adalah: bagian penyadapan pipa; Meter air dan pelindung meter air atau flowrestrictor; Katup pembuka/penutup aliran air; Pipa dan perlengkapannya.
2. Hidran/Kran Umum. Pelayanan Kran Umum (KU) meliputi pekerjaan perpipaan dan pemasangan meteran air. Instalasi KU dibuat sesuai gambar rencana dengan ketentuan sebagai berikut: lokasi penempatan KU harus disetujui oleh pemilik tanah; saluran pembuangan air bekas harus dibuat sampai mencapai saluran air kotor/selokan terdekat yang ada; KU dilengkapi dengan meter air diameter  $\frac{3}{4}$ ".
3. Hidran Kebakaran: adalah suatu hidran atau sambungan keluar yang disediakan untuk mengambil air dari pipa air minum untuk keperluan pemadam kebakaran atau pengurusan pipa. Unit hidran kebakaran (fire hydrant) pada umumnya dipasang pada setiap interval jarak 300 m, atau tergantung kepada kondisi daerah/peruntukan dan kepadatan bangunannya.

### III. METODE PENELITIAN

Metodologi Detail Engineering Design (DED) pengembangan SPAM Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan, terdiri dari beberapa tahapan yakni sebagai berikut:

- A. Melakukan kajian kepustakaan, Business Plan PDAM Kabupaten Lamongan, peraturan perundangan, standar dan pedoman teknis terkait pekerjaan.
- B. Perencanaan survey lapangan: persiapan kebutuhan data, alat pengukuran Base Station GPS Geodetik RTK untuk pengukuran topografi dan titik koordinat rencana jalur pipa serta luas lahan IPA dan reservoir, persiapan kamera dan drone untuk pekerjaan foto – video rencana jalur pipa transmisi dan fasilitas IPA dan Intake.
- C. Pelaksanaan survey dan pengumpulan data.
- D. Inventarisasi dan analisis data primer dan sekunder. Data primer yaitu data hasil pengukuran topografi, data hasil pengukuran luas lahan. Data sekunder yaitu data penduduk dari BPS Kabupaten Lamongan, peta administrasi, dan data sumber air baku wilayah DAS Bengawan Solo Hilir dari Kajian Rencana Induk (2001) Pengembangan dan Pengelolaan Sumber Daya Air SWS Bengawan Solo tahun 2007.
- E. Melakukan kajian proyeksi kebutuhan air minum.
- F. Menyusun Detail Engineering Design (DED).

### IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### A. Rencana Teknis SPAM Kecamatan Karangbinangun



Gambar 1. Skematik Penyusunan DED SPAM Kecamatan Karangbinangun

#### B. Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Air

Proyeksi Penduduk menggunakan metode perhitungan *Least Square* karena perhitungan standar deviasi memiliki nilai terkecil. Proyeksi penduduk 4 kecamatan hingga tahun 2023 (jangka pendek) yaitu:

1. Kecamatan Karangbinangun: 54.436 jiwa.
2. Kecamatan Deket: 45.454 jiwa.
3. Kecamatan Glagah: 68.509 jiwa.
4. Kecamatan Kalitengah: 43.716 jiwa.

Proyeksi kebutuhan air dihitung berdasarkan kriteria perencanaan sebagai berikut:

1. Kebutuhan air rata-rata non domestik direncanakan sebesar 15%, sedangkan Kecamatan Deket yang memiliki kawasan industri menggunakan kriteria industri berat yaitu 1 liter/detik.ha.
2. Kebutuhan air rata-rata direncanakan antara 100-130 liter/orang/hari.
3. Kehilangan air direncanakan sebesar 30% dari kebutuhan air domestik dan non domestik.

Proyeksi kebutuhan air 4 kecamatan hingga tahun 2023 (jangka pendek) yaitu:

- C. Kecamatan Karangbinangun: 58,65 liter/detik.
- D. Kecamatan Deket: 109,28 liter/detik
- E. Kecamatan Glagah: 73,82 liter/detik.
- F. Kecamatan Kalitengah: 47,10 liter/detik.

Kebutuhan air untuk 4 kecamatan hingga tahun 2023 (jangka pendek) sebesar 288,85 liter/detik, dalam pengembangan SPAM ini digunakan kapasitas IPA sebesar 300 liter/detik.

#### G. Sistem Intake

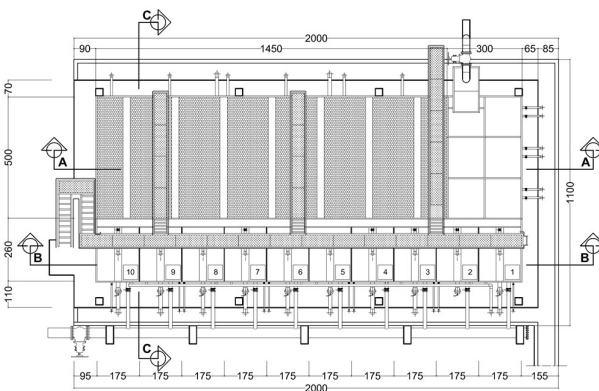
Sumber air baku SPAM Kecamatan Karangbinangun adalah Bendung Gerak Sembayat yang berada di wilayah DAS Bengawan Solo Hilir. Direncanakan pengambilan air baku dari Bendung Gerak Sembayat sebesar 300 liter/detik. Intake terletak di Bendung Gerak Sembayat yang merupakan sumber air baku dari Intake SPAM Kecamatan Karangbinangun. Sistem intake terbangun untuk SPAM Kecamatan Karangbinangun adalah Sistem Intake Conduit, dimana air baku dari Bendung Gerak Sembayat disadap melalui saluran/kanal untuk kemudian ditampung dalam sump pit sebelum di pompakan ke lokasi IPA melalui pipa transmisi. Kriteria desain sumur pengumpul (sump pit) sesuai Permen No. 18/2007 minimal waktu tinggal adalah sebesar 5 – 20 menit.

#### H. Sistem Pipa Transmisi

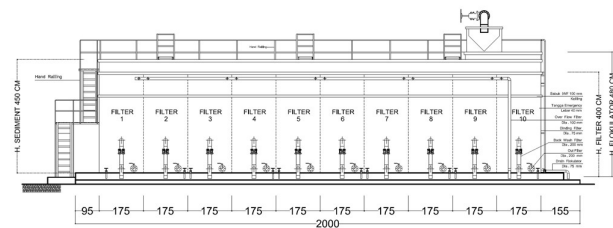
Sistem pipa transmisi yang akan dibangun untuk kebutuhan suplai air baku SPAM Kecamatan Karangbinangun adalah sistem pipa transmisi dengan sistem pompa dengan menggunakan pipa HDPE diameter 500 mm sepanjang  $\pm 100$  m yang dipasang sebanyak 1 (satu) jalur dari lokasi Intake ke rencana lokasi IPA.

#### I. Sistem Instalasi Pengolah Air (IPA)

Lokasi unit produksi di rencanakan berada di lahan yang berdampingan dengan Bendung Gerak Sembayat, di lahan ini rencananya akan dibangun Intake, IPA dan reservoir utama. Lahan yang tersedia berada di Kecamatan Karangbinangun dengan koordinat  $7^{\circ}01'22.9''$ LS dan  $112^{\circ}30'14.8''$ BT. Luas lahan diperkirakan  $\pm 4$  Ha. IPA direncanakan menggunakan IPA paket, dengan kapasitas masing-masing IPA sebesar 100 liter/detik sebanyak 3 unit, yang memiliki 3 kompartemen dengan dimensi 20 m x 11 m.



Gambar 2. IPA Paket 100 liter/detik Tampak Atas



Gambar 3. IPA Paket 100 liter/detik Tampak Samping

#### J. Pipa Jaringan Distribusi Utama (JDU) dan Reservoir

Pipa Jaringan Distribusi Utama (JDU) di desain untuk mengalirkan air bersih dari unit produksi IPA ke lokasi Reservoir Kecamatan Deket dengan sistem pengaliran secara perpompaan. Volume reservoir utama sebesar  $5.000 \text{ m}^3$  sebanyak 1 unit dan reservoir di Kecamatan Deket sebesar  $2.000 \text{ m}^3$ . Lokasi reservoir utama atau reservoir produksi terletak di lokasi IPA yakni koordinat  $7^{\circ}01'22.9''$ LS dan  $112^{\circ}30'14.8''$ BT. Lokasi Reservoir Deket atau disebut juga reservoir distribusi di rencanakan berada di lahan dengan koordinat  $7^{\circ}6'45.9''$ LS dan  $112^{\circ}26'30.0''$ BT, karena lokasinya mendekati daerah pelayanan. Dari hasil pengukuran yang dilakukan total panjang pipa JDU adalah sepanjang  $\pm 14.600$  m. Penentuan diameter pipa JDU dilakukan dengan menggunakan analisis hidrolis dengan Software EPANET.

Spesifikasi pompa air dari intake menuju IPA:

1. Jumlah Pompa = 3 Unit
2. Kapasitas Pompa = 110 Liter/Detik
3. Head Pompa = 30 Meter
4. Efficiency pompa = 85

Spesifikasi pompa air curah dari IPA menuju Reservoir Deket:

1. Jumlah Pompa = 3 Unit
2. Kapasitas Pompa = 110 Liter/Detik
3. Head Pompa = 60 Meter
4. Efficiency pompa = 85

Keterangan Epanet untuk spesifikasi Pipa JDU HDPE:

1. Sisa tekanan pipa di inlet Reservoir Deket = 10,81 m (masih memenuhi range diatas 1 bar atau 10 meter)
2. Kecepatan aliran maksimal pipa = 1,95 m/detik (masih dalam range 1-3 m/det)
3. Kekasaran pipa = 130 (Koefisien kekasaran pipa HDPE)
4. Diameter pipa = 500 mm & 350 mm

## V. KESIMPULAN

1. Kebutuhan air untuk 4 kecamatan hingga tahun 2023 (jangka pendek) sebesar 288,85 liter/detik, dalam pengembangan SPAM Kecamatan Karangbinangun ini digunakan kapasitas IPA sebesar 300 liter/detik.
2. IPA direncanakan menggunakan IPA paket, dengan kapasitas masing-masing IPA sebesar 100 liter/detik sebanyak 3 unit.
3. Intake IPA direncanakan menggunakan pompa kapasitas 110 liter/detik, head 30 meter sebanyak 3 unit.
4. Panjang Pipa Tranmisi yaitu  $\pm 100$  m, menggunakan pipa HDPE diameter 500 mm.
5. IPA ke Reservoir Deket direncanakan menggunakan pompa kapasitas 110 liter/detik, head 60 meter

- sebanyak 3 unit.
6. Volume reservoir utama sebesar 5.000 m<sup>3</sup> sebanyak 1 unit dan 1 unit reservoir di Kecamatan Deket sebesar 2.000 m<sup>3</sup>.
  7. Panjang Pipa Jaringan Distribusi Utama (JDU) yaitu ±14.600 m, menggunakan pipa HDPE diameter 500 mm dan 350 mm.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Menteri Pekerjaan Umum. (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta: Menteri Pekerjaan Umum.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 6774:2008 Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [3] Badan Pusat Statistik Kabupaten Lamongan. (2018). Kabupaten Lamongan Dalam Angka 2018. Lamongan: BPS Kabupaten Lamongan.
- [4] PDAM Kabupaten Lamongan. (2019). Business Plan Periode 2019 – 2023. Lamongan: PDAM Kabupaten Lamongan.