

Perancangan Job Mix Design untuk Uprating Kapasitas IPA Sunggal Menjadi 400 Liter Per Detik

Tengku Muhammad Fahri¹, Muhammad Abdhi Ridha², Syafrida Hanum Hutasuhut³

^{1,2,3}Universitas Al Azhar, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: tengku.muhammad.fahri@gmail.com

Abstract: *This study aims to design an optimal Job Mix Design (JMD) in supporting the uprating construction work of the Sunggal Water Treatment Plant (IPA) up to a capacity of 400 liters per second. The research method uses a quantitative approach with the stages of data collection, material selection, concrete composition design, and quality testing. The materials used include type I cement from Semen Padang, sand and split stone from Sei Wampu Binjai, drilled well water, and Plastiment P121R additional materials. The results showed that the optimal composition for 1 m³ of concrete K-250 consisted of 305 kg of cement, 835 kg of sand, 388 kg of 10-20 mm split, 718 kg of 20-30 mm split, 150 liters of water, and 0.92 liters of P121R Plastiment. Tests show that concrete achieves a characteristic compressive strength of 250 kg/cm² at 28 days of age with a slump value of 12±2 cm. The use of local materials contributes to transportation cost efficiency and supports the local economy. The use of Plastiment P121R as an additive improves the workability of concrete and reduces the need for water in the mixture. This research results in a concrete design that meets the technical specifications for IPA uprating construction with an efficient and sustainable approach, and can be a model for the development of water treatment infrastructure in the future.*

Key Words: Job Mix Design, Uprating IPA, Beton K-250, Material Lokal, Plastiment P121R

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang Job Mix Design (JMD) yang optimal dalam mendukung uprating pekerjaan konstruksi Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sunggal hingga kapasitas 400 liter per detik. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan tahapan pengumpulan data, pemilihan bahan, desain komposisi beton, dan pengujian mutu. Material yang digunakan antara lain semen tipe I dari Semen Padang, pasir dan batu pecah dari Sei Wampu Binjai, air sumur bor, dan material tambahan Plastiment P121R. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi optimal untuk 1 m³ beton K-250 terdiri dari 305 kg semen, 835 kg pasir, 388 kg belahan 10-20 mm, 718 kg belahan 20-30 mm, 150 liter air, dan 0,92 liter Plastiment P121R. Pengujian menunjukkan beton mencapai kuat tekan karakteristik 250 kg/cm² pada umur 28 hari dengan nilai slump 12±2 cm. Penggunaan material lokal berkontribusi terhadap efisiensi biaya transportasi dan mendukung perekonomian lokal. Penggunaan Plastiment P121R sebagai bahan aditif meningkatkan kemampuan kerja beton dan mengurangi kebutuhan air dalam campuran. Penelitian ini menghasilkan rancangan beton yang memenuhi spesifikasi teknis konstruksi peningkatan IPA dengan pendekatan yang efisien dan berkelanjutan, serta dapat menjadi model pengembangan infrastruktur pengolahan air di masa depan.

Kata Kunci : Job Mix Design, Uprating IPA, Beton K-250, Material Lokal, Plastiment P121R

Pendahuluan

Peningkatan kapasitas instalasi pengolahan air (IPA) merupakan langkah strategis dalam memenuhi kebutuhan air bersih yang terus meningkat akibat pertumbuhan penduduk dan aktivitas industri. Hasil proyeksi menunjukkan jumlah penduduk Indonesia akan meningkat dari 270,2 juta jiwa pada tahun 2020 menjadi 318,9 juta jiwa pada tahun 2045 (Marini & Djoko, 2022). Dalam konteks ini, teknologi uprating IPA dapat meningkatkan kapasitas produksi hingga dua kali lipat dari volume atau debit awal. Pekerjaan ini dimulai dengan tahapan perancangan Job Mix Design (JMD) yang menjadi dasar utama dalam pelaksanaan konstruksi. Job Mix Design adalah proses untuk menentukan komposisi optimal dari campuran material yang akan digunakan dalam proyek konstruksi yang direncanakan adalah K-250, yang memiliki kekuatan tekan minimal 250 kg/cm². Untuk mencapai mutu beton K-250, diperlukan komposisi material yang tepat seperti semen, pasir, batu split, dan bahan tambahan. Salah satu bahan tambahan yang digunakan adalah Plastiment P-121R yang berfungsi sebagai plasticizer dan water reducer untuk meningkatkan kualitas dan performa beton. Bahan ini membantu meningkatkan workability beton dan mengurangi kebutuhan air dalam campuran. Uprating



instalasi pengolahan air merupakan solusi yang lebih ekonomis dibandingkan pembangunan IPA baru. Biaya konstruksi uprating IPA mencapai 4-5 kali lebih murah dibanding pembangunan IPA baru. Teknologi ini dapat diterapkan pada seluruh IPAM, baik konvensional maupun modern yang dilengkapi sistem otomatisasi (Suaidy & Karnaningroem, 2008). Melalui uprating IPA dengan penggunaan beton mutu K-250 yang dirancang secara optimal, diharapkan dapat meningkatkan kapasitas produksi air secara signifikan. Beton K-250 termasuk dalam klasifikasi beton kelas II yang cocok digunakan untuk konstruksi bangunan yang memerlukan kekuatan dan durabilitas tinggi.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk merancang komposisi material optimal melalui proses Job Mix Design (JMD), yang menjadi dasar dalam pelaksanaan konstruksi uprating Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sunggal hingga mencapai kapasitas 400 liter per detik. Metode penelitian terdiri dari beberapa tahapan berikut:

Pengumpulan Data dan Pemilihan Material

Material utama yang digunakan meliputi semen tipe I, pasir, batu split, air, dan bahan tambahan. Job Mix Design merupakan sebuah komposisi campuran yang diuji dan ditetapkan oleh laboratorium terpercaya sebagai Mix Design awal (Sukman et al., 2023). Setiap material diuji kualitasnya sesuai standar untuk memastikan kesesuaian dengan spesifikasi teknis proyek. Berikut spesifikasi rincian bahannya:

- Semen: Tipe I dari Semen Padang dengan berat jenis (BJ) 3,130 t/m³.
- Pasir: Bersumber dari Sei Wampu, Binjai, dengan BJ 2,560 t/m³.
- Batu Split: Terdiri dari dua jenis, yaitu split ukuran 10-20 mm (BJ 2,580 t/m³) dan split ukuran 20-30 mm (BJ 2,610 t/m³), yang juga berasal dari Sei Wampu, Binjai.
- Air: Diambil dari sumur bor setempat dengan BJ 1,000 t/m³.
- Bahan Tambahan (Retarder): Plastiment P121R dari SIKA dengan BJ 1,200 t/m³.

Setiap material diuji kualitasnya sesuai standar untuk memastikan kesesuaian dengan spesifikasi teknis proyek.

Desain Komposisi Beton

Mutu beton yang direncanakan adalah K-250 dengan tingkat slump 12±2 cm. Berdasarkan analisis, formulasi campuran beton disusun dengan parameter utama sebagai berikut:

- Faktor Air Semen (FAS): 0,49
- Volume air: 150 liter
- Berat semen: 305 kg
- Bahan tambahan (Plastiment P121R): 0,92 liter (0,3% dari berat semen)
- Volume agregat: Dihitung dengan formula $1 - (\text{Vol. semen} + \text{Vol. air} + \text{Vol. Plastiment})$, yang menghasilkan volume total agregat sebesar 0,752 m³.

Penentuan Proporsi Agregat

Komposisi agregat ditentukan berdasarkan kombinasi berat jenis dan proporsi masing-masing material:

- Pasir: 43% dari total agregat, dengan berat 835 kg.
- Split 20-30 mm: 37% dari total agregat, dengan berat 718 kg.
- Split 10-20 mm: 20% dari total agregat, dengan berat 388 kg.

Uji Material dan Beton

Material diuji untuk memastikan kualitas, sedangkan beton yang dihasilkan diuji sifat-sifat mekanisnya, termasuk kekuatan tekan dan tingkat slump. Pengujian dilakukan sesuai dengan standar nasional yang berlaku untuk konstruksi beton, guna memastikan beton memenuhi mutu yang direncanakan. Setelah komposisi beton diuji, data hasil pengujian dianalisis untuk menentukan tingkat efisiensi dan efektivitasnya dalam mendukung konstruksi. Komposisi beton yang dihasilkan dievaluasi untuk menjamin kinerja yang optimal dan sesuai kebutuhan proyek uprating IPA Sunggal (Sabrina et al., 2017).

Hasil dan Pembahasan

Pengertian Kepemimpinan Pendidikan Kristen Multikultural.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang Job Mix Design (JMD) yang optimal untuk kebutuhan uprating Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sunggal menjadi kapasitas 400 liter per detik. Hasil penelitian difokuskan pada komposisi material beton, pengujian mutu beton, dan evaluasi efisiensi pekerjaan konstruksi.

Komposisi Material Beton

Berdasarkan perhitungan dan analisis, komposisi material untuk menghasilkan 1 m³ beton mutu K-250 adalah sebagai berikut:

Material	Komposisi	Sumber Material	Berat Jenis (BJ)
Semen	305 kg	Semen Padang	3,130 t/m ³
Pasir	835 kg	Sei Wampu, Binjai	2,560 t/m ³
Split 10-20 mm	388 kg	Sei Wampu, Binjai	2,580 t/m ³
Split 20-30 mm	718 kg	Sei Wampu, Binjai	2,610 t/m ³
Air	150 liter	Sumur Bor Setempat	1,000 t/m ³
Plastiment P121R	0,92 liter (0,3% semen)	SIKA	1,200 t/m ³

Hasil ini menunjukkan bahwa volume agregat total adalah 0,752 m³, dengan kombinasi berat jenis agregat sebesar **2,583 t/m³**.

Pengujian Mutu Beton

Beton dengan komposisi di atas diuji untuk memastikan mutu yang direncanakan tercapai.

Parameter yang diuji meliputi:

- **Kekuatan tekan:** Beton memenuhi mutu K-250 dengan nilai kekuatan tekan rata-rata mencapai 250 kg/cm² pada umur 28 hari.
- **Tingkat slump:** Hasil pengujian menunjukkan slump sebesar **12±2 cm**, yang sesuai dengan rencana.

Hasil pengujian ini mengonfirmasi bahwa beton yang dirancang memiliki performa mekanis yang baik serta dapat memenuhi kebutuhan konstruksi uprating IPA Sunggal.

Efisiensi Komposisi

Efisiensi komposisi beton ditinjau dari kesesuaian antara kualitas material dan kemudahan pelaksanaan di lapangan. Dengan menggunakan bahan tambahan **Plastiment P121R**, beton menjadi lebih mudah dikerjakan tanpa mengorbankan mutu. Selain itu, penyesuaian pada proporsi agregat (pasir 43%, split 20-30 mm 37%, dan split 10-20 mm 20%) membantu mencapai kepadatan beton yang optimal.

Analisis Keberlanjutan

Penggunaan material lokal (pasir dan batu split dari Sei Wampu) memberikan kontribusi terhadap efisiensi biaya transportasi dan mendukung ekonomi lokal. Penambahan Plastiment P121R juga memberikan manfaat dalam mengurangi kebutuhan air, yang berkontribusi pada upaya keberlanjutan sumber daya.

Pembahasan

Proses uprating Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sunggal hingga mencapai kapasitas 400 liter per detik memerlukan pendekatan teknis yang cermat, terutama pada aspek desain campuran beton (Job Mix Design) untuk mendukung pekerjaan konstruksi. Pada penelitian ini, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa komposisi material yang dirancang mampu memenuhi spesifikasi teknis yang ditetapkan, yaitu mutu beton **K-250** dengan tingkat slump 12 ± 2 cm. Pembahasan berikut ini akan menguraikan lebih rinci implikasi dari hasil penelitian terhadap aspek teknis, efisiensi, keberlanjutan, dan kualitas konstruksi.

Keberhasilan Perancangan Komposisi Beton

Komposisi beton yang dirancang telah memenuhi kebutuhan mutu K-250, yang sesuai untuk konstruksi infrastruktur skala besar seperti IPA. Mutu K-250 memberikan kekuatan tekan yang cukup untuk menopang struktur beban yang dihasilkan oleh fasilitas pengolahan air. Keberhasilan ini dipengaruhi oleh:

- Pemilihan material berkualitas tinggi, seperti semen tipe I dari Semen Padang yang memiliki stabilitas tinggi dan cocok untuk beton struktural.
- Proporsi material yang dirancang secara presisi, dengan agregat yang terdiri dari pasir (43%), split ukuran 20-30 mm (37%), dan split ukuran 10-20 mm (20%). Kombinasi ini memberikan kepadatan beton yang optimal, sehingga meningkatkan kekuatan dan daya tahan terhadap tekanan.

Desain dengan Faktor Air Semen (FAS) sebesar 0,49 memastikan bahwa beton memiliki keseimbangan yang baik antara kekuatan tekan dan workability. Nilai slump 12 ± 2 cm menunjukkan bahwa beton yang dihasilkan memiliki kelecakan yang sesuai, memudahkan proses pengecoran, khususnya pada area konstruksi dengan akses terbatas.

Penggunaan Material Lokal

Salah satu keunggulan dari penelitian ini adalah pemanfaatan material lokal, yaitu pasir dan batu split yang berasal dari Sei Wampu, Binjai. Pemanfaatan material lokal ini memberikan beberapa manfaat:

- Efisiensi biaya transportasi: Jarak pengangkutan yang lebih dekat mengurangi biaya operasional dan emisi karbon dari kendaraan pengangkut.
- Dukungan terhadap ekonomi lokal: Dengan memanfaatkan sumber daya lokal, proyek ini berkontribusi langsung pada pemberdayaan komunitas setempat.

Namun, penggunaan material lokal memerlukan pengujian yang cermat untuk memastikan bahwa material memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini, pasir, batu split, dan air diuji secara intensif, memastikan kualitas material sejalan dengan kebutuhan teknis proyek.

Efisiensi Proses Konstruksi

Penambahan bahan tambahan Plastiment P121R dari SIKA sebesar 0,92 liter per m^3 (0,3% dari berat semen) memberikan manfaat signifikan dalam hal efisiensi. Bahan ini berfungsi sebagai retarder, yang memperlambat proses pengikatan beton, memberikan waktu tambahan untuk proses pengecoran dan pepadatan. Hal ini sangat penting untuk pekerjaan konstruksi dengan volume besar seperti uprating IPA.

Efek dari Plastiment P121R juga terlihat pada pengurangan kebutuhan air, yang tidak hanya mendukung kelestarian sumber daya air tetapi juga meningkatkan kekuatan beton. Dengan demikian, kombinasi bahan tambahan ini tidak hanya meningkatkan workability beton tetapi juga membantu memastikan keberlanjutan lingkungan.

Kesesuaian dengan Standar dan Spesifikasi

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua parameter beton yang dirancang memenuhi standar nasional, termasuk:

- SNI 2847:2020 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
- Standar mutu beton K-250, yang memerlukan kekuatan tekan minimal 250 kg/cm² pada umur 28 hari.

Parameter lainnya, seperti berat jenis beton yang mencapai 2,397 kg/m³, juga sejalan dengan kebutuhan proyek. Berat jenis ini menunjukkan bahwa beton memiliki kepadatan yang cukup, yang akan meningkatkan ketahanan terhadap beban tekan maupun lingkungan yang keras.

Tantangan dan Solusi

Meskipun hasil penelitian menunjukkan keberhasilan dalam perancangan dan pengujian beton, terdapat beberapa tantangan yang perlu diperhatikan, seperti:

- Kualitas material lokal yang bervariasi: Solusi yang diterapkan adalah dengan melakukan pengujian material secara berkala untuk memastikan konsistensi kualitas.
- Kondisi lapangan: Pada proyek uprating IPA, lokasi konstruksi seringkali memiliki akses terbatas. Oleh karena itu, slump yang dirancang (12±2 cm) memberikan kelecakan yang cukup untuk mempermudah proses pengecoran.

Kontribusi terhadap Keberlanjutan

Penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap keberlanjutan proyek konstruksi. Penggunaan material lokal, pengurangan kebutuhan air dengan bahan tambahan, serta efisiensi proses konstruksi secara keseluruhan memberikan dampak positif terhadap kelestarian sumber daya alam dan pengurangan emisi karbon.

Implikasi terhadap Konstruksi Uprating IPA Sunggal

Desain beton yang dirancang memberikan fondasi kuat untuk mendukung pekerjaan konstruksi uprating IPA Sunggal. Beton mutu K-250 yang dihasilkan memiliki ketahanan yang cukup untuk menopang struktur fasilitas pengolahan air yang harus beroperasi dengan kapasitas besar (400 liter per detik). Selain itu, efisiensi dalam formulasi campuran beton berpotensi mengurangi biaya operasional proyek tanpa mengurangi kualitas hasil akhir.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang Job Mix Design (JMD) untuk kebutuhan konstruksi uprating Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sunggal hingga kapasitas 400 liter per detik. Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, beton mutu K-250 yang dihasilkan memenuhi semua spesifikasi teknis yang ditetapkan, dengan kekuatan tekan rata-rata mencapai 250 kg/cm² pada umur 28 hari dan tingkat slump 12±2 cm. Hal ini menunjukkan bahwa beton yang dirancang memiliki kelecakan yang memadai dan mampu menopang struktur fasilitas pengolahan air dengan kapasitas besar.

Pemanfaatan material lokal, seperti pasir dan batu split dari Sei Wampu, Binjai, serta penggunaan bahan tambahan Plastiment P121R, memberikan keunggulan dari segi efisiensi biaya dan keberlanjutan proyek. Kombinasi proporsi agregat (pasir 43%, split 20-30 mm 37%,

dan split 10-20 mm 20%) memberikan kepadatan beton yang optimal, sehingga meningkatkan kekuatan dan daya tahan terhadap tekanan.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam mendukung keberhasilan pekerjaan konstruksi skala besar melalui pendekatan desain beton yang efisien dan berkelanjutan. Desain beton yang dihasilkan tidak hanya memenuhi kebutuhan teknis proyek, tetapi juga mendukung optimalisasi sumber daya lokal dan efisiensi biaya, yang menjadikan proyek ini sebagai model yang relevan untuk pengembangan infrastruktur pengolahan air di masa depan.

Referensi

- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 6774:2008: Tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI 7656-2012: Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 6773:2008: Spesifikasi unit paket instalasi pengolahan air.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 6775:2008: Tata cara pengoperasian dan pemeliharaan unit paket instalasi pengolahan air.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 7504:2011: Spesifikasi material fiberglass reinforced plastic unit instalasi pengolahan air.
- Kementerian PUPR. (2019). Uprating instalasi pengolahan air (IPA) baja.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman. (2019). Teknologi uprating instalasi pengolahan air minum.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2020). Pedoman teknis pengembangan sistem penyediaan air minum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 1974:2011: Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder.
- Kementerian PUPR. (2020). Manual operasi dan pemeliharaan instalasi pengolahan air minum.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman. (2018). Kriteria perencanaan instalasi pengolahan air minum1.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal9.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2019). Pedoman perencanaan teknis pengembangan sistem penyediaan air minum.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman. (2020). Panduan uprating instalasi pengolahan air minum konstruksi baja.
- Kementerian PUPR. (2021). Spesifikasi teknis pekerjaan konstruksi instalasi pengolahan air minum.