

KAJIAN KOMPOSISI MATERIAL PEMBENTUK BETON HASIL *DESIGN MIX FORMULA* TERHADAP KOEFISIEN ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN-2016 UNTUK BERBAGAI MUTU

Suhendra,¹ Wari Dony,² Mega Wati³

^{1, 2, 3} Jurusan Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi

Email: suhendra_domas@yahoo.com,¹ waridony@gmail.com,²

ABSTRAK

Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Batanghari, selain melayani mahasiswa dan civitas akademika, juga menerima permintaan dari pihak luar kampus untuk pembuatan *Design Mix Formula* (DMF) beton. Agregat kasar dan halus yang disampaikan pada umumnya tidak memenuhi standar, terutama dalam hal distribusi ukurannya. DMF berdasarkan material yang tersedia mengalami penyesuaian sedemikian, sehingga mutu rencana bisa diperoleh. Penelitian ini bertujuan membandingkan kebutuhan bahan dan biaya yang diperlukan untuk pembuatan sepuluh mutu beton berdasarkan DMF laboratorium dengan Analisa Satuan Pekerjaan Beton menurut AHSP-2016. Sepuluh data DMF untuk masing-masing mutu rencana beton dianalisis komposisi materialnya dan rata-ratanya dibandingkan dengan koefisien yang bersesuaian dengan AHSP-2016. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua mutu rencana terpenuhi dengan DMF yang dibuat. Jumlah semen yang digunakan untuk semua DMF lebih banyak 8% sampai 17% dari koefisien semen di AHSP-2016. Agregat halus yang digunakan juga lebih banyak sampai 7%. Agregat kasar di DMF lebih sedikit 1% sampai 14% dibanding koefisien Agregat kasar di AHSP-2016. Air pencampur di DMF lebih sedikit 7% sampai 11% dibanding koefisien air di AHSP-2016. Biaya pembuatan 1m³ beton untuk semua DMF yang diteliti lebih besar dibanding biaya 1m³ berdasarkan AHSP-2016. Berdasarkan kajian yang dilakukan, ketidaksesuaian mutu agregat terhadap spesifikasi menyebabkan terjadinya perbedaan harga satuan pekerjaan beton.

Kata kunci: Komposisi Material Pembentuk Beton, *Design Mix Formula*, Analisa Harga Satuan Pekerjaan.

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan dan lainnya, Beton dapat didefinisikan sebagai campuran dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan (*admixture* atau *additive*).

Beton menjadi salah satu bahan pembentuk elemen konstruksi yang sangat banyak digunakan karena mudah dikerjakan, memiliki kuat tekan yang besar dan tahan terhadap perubahan cuaca, disisi lain bahan-bahan pembentuknya pun mudah didapat karena merupakan bahan material alam yang melimpah.

Proses pekerjaan beton sangat dipengaruhi oleh kualitas dari bahan-bahan pencampur beton yang digunakan, agar mendapatkan *design mix formula* beton yang baik seorang perencana beton harus mampu merancang campuran beton yang optimal dari beberapa aspek sesuai dengan kebutuhan bahan-bahan pencampur beton agar memenuhi kuat tekan yang direncanakan.

Meskipun pelaksanaan pekerjaan beton terlihat mudah tetapi dalam kenyataannya masih sering dijumpai adanya elemen struktur konstruksi beton yang tidak terpenuhi kuat tekannya dikarenakan komposisi bahan pembentuknya tidak sesuai dengan peraturan, sehingga dapat menimbulkan selisih biaya estimasi dengan biaya aktual.

Estimasi biaya dalam dunia industri konstruksi merupakan hal yang penting, ketidakakuratan estimasi dapat memberikan efek negatif pada seluruh proses konstruksi dan semua pihak yang terlibat. Estimasi biaya konstruksi dikerjakan sebelum pelaksanaan fisik dilakukan dan memerlukan analisis detail, estimasi biaya mempunyai dampak pada kesuksesan proyek dan perusahaan. Pada penelitian ini daftar harga yang digunakan untuk menghitung biaya adalah Daftar Standar Satuan Harga Provinsi Tahun 2020.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis komposisi campuran material beton.
2. Menganalisis penyebab perbedaan komposisi yang didapat dari DMF beton di

- laboratorium fakultas teknik dengan komposisi yang ada di AHSP-2016.
- Mengetahui perbandingan biaya material beton hasil DMF di laboratorium fakultas teknik dengan AHSP-2016 .

Bahan Pembentuk Beton

Agregat

Agregat adalah bahan berbutir, seperti pasir, kerikil, batu pecah, dan slag tanur (*blast-furnace slag*), yang digunakan dengan media perekat untuk menghasilkan beton atau mortar semen hidrolis (SNI 03-2847: 2019). Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, agregat dibedakan menjadi dua macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami atau buatan.

1. Agregat halus

Agregat halus merupakan agregat yang susunan butirannya lolos saringan No. 4 (4,75 mm) (SNI 2493:2011),

Agregat halus adalah bahan pengisi yang memberikan sifat kaku dan stabilisasi dimensi dari beton. Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai dengan spesifikasi ASTM C-33, yaitu:

- Mempunyai butiran yang halus.
- Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
- Tidak mengandung zat organik lebih dari 0,5% untuk beton mutu tinggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.
- Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

2. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang susunan butirannya tertahan saringan No.4 (4.75mm) (SNI 2493:2011).

Adapun kualitas agregat yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah:

- Agregat kasar harus merupakan butiran keras dan tidak berpori, agregat kasar tidak boleh hancur karena adanya pengaruh cuaca, sifat kasar diperlukan agar diperoleh beton yang keras pula, sifat tidak berpori untuk menghasilkan beton yang tidak mudah tembus oleh air.
- Agregat kasar harus bersih dari unsur organik.
- Agregat tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering. Lumpur yang dimaksud adalah agregat yang melalui ayakan diameter 0,063 mm, bila melebihi 1% berat kering maka kerikil harus dicuci terlebih dahulu.

- Agregat mempunyai bentuk yang tajam, dengan bentuk yang tajam maka timbul gesekan yang lebih besar pula yang menyebabkan ikatan yang lebih baik, selain itu dengan bentuk tajam akan memerlukan pasta semen sehingga akan mengikat dengan lebih baik.

Keausan agregat adalah perbandingan antara berat bahan yang hilang atau tergerus (akibat benturan bola-bola baja) terhadap berat bahan semula. (SNI 2417: 2008), Tujuan dari pengujian keausan agregat untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus terhadap berat semula (%), dengan menggunakan alat mesin abrasi Los Angeles.

Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 7656:2012).

Fungsi semen ialah bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk melekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu kesatuan massa yang kompak atau padat. Selain itu pasta semen mengisi rongga-rongga antar butir agregat. Walaupun volume semen hanya kira-kira 10% saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan perekat yang aktif dan mempunyai harga yang mahal dari pada bahan dasar beton yang lain perlu diperhatikan/ dipelajari secara baik. (Tjokrodimulyo, 2004, dalam Saifuddin, 2012).

Air

Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan kekuatan beton itu sendiri.

Air pada campuran beton akan berpengaruh pada:

- Sifat *workability* adukan beton.
- Besar kecilnya nilai susut beton.
- Kelangsungan reaksi dengan semen Portland, sehingga dihasilkan kekuatan dalam selang beberapa waktu.

4. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

Sifat dan Karakteristik Bahan Pembentuk Beton

Sifat dan karakteristik bahan pembentuk beton secara tidak langsung akan mempengaruhi beton yang telah mengeras. Pasta semen tidak bersifat elastis sempurna, tetapi merupakan *viscoelastic-solid* yaitu sifat material yang menunjukkan karakteristik kental dan elastis ketika mengalami deformasi. Gaya gesek dalam, susut dan tegangan yang terjadi biasanya tergantung dari energi pemadatan dalam pembuatan beton. Hal ini tergantung dari jumlah dan distribusi air, kekentalan aliran gel (pasta semen) dan penanganan pada saat sebelum terjadi tegangan serta kristalin yang terjadi untuk pembentukan porinya.

Selain kekuatan pasta semen, hal lain yang perlu diperhatikan adalah agregat. Proporsi agregat menepati tiga perempat dalam volume campuran beton, sehingga pengaruh agregat akan menjadi besar baik dari sisi ekonomi maupun dari sisi tekniknya. Karena presentase agregat yang besar dalam volume campuran beton, maka agregat dapat memberikan kontribusi terhadap kekuatan beton.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton terhadap agregat yaitu:

1. Perbandingan agregat dan semen campuran,
2. Kekuatan agregat,
3. Bentuk dan ukuran,
4. Tekstur permukaan,
5. Gradasi,
6. Reaksi kimia, dan
7. Tahan terhadap panas.

Bahan tambahan biasanya hanya digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat beton, baik saat beton dalam keadaan segar ataupun saat beton mengeras nantinya. Banyaknya komposisi kimia dari bahan tambahan akan menyebabkan karakteristik yang berbeda terhadap kinerja beton yang diharapkan.

DMF (*Design Mix Formula*)

Mix Design dalam beton adalah pekerjaan merancang dan memilih material untuk kepentingan produksi beton serta menentukan mutu dan kekuatan beton itu sendiri, pekerjaan *mix design* bukan merupakan pekerjaan sederhana dituntut untuk cermat dalam memilih material yang akan digunakan sebagai beton cor nantinya.

Informasi yang diperlukan mengenai data dari bahan-bahan yang akan digunakan untuk penentuan proporsi campuran adalah sebagai berikut (SNI 7656:2012).

1. Analisa ayak (gradasi) agregat halus dan agregat kasar.
2. Bobot isi agregat.
3. Berat jenis, penyerapan air, dan kadar air agregat.
4. Air pencampur yang dibutuhkan beton berdasarkan pengalaman dengan menggunakan agregat yang ada.
5. Hubungan antara kekuatan dan rasio air-semen atau rasio air terhadap semen + bahan bersifat semen lainnya.
6. Berat jenis semen atau bahan bersifat semen lainnya bila digunakan.

Mutu Beton

Mutu beton adalah kekuatan karakteristik dinyatakan sesuai dengan bentuk bantuk benda ujinya seperti kubus atau silinder. (Kementrian PU, 2010)

Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) adalah perhitungan kebutuhan biaya, tenaga kerja, bahan dan peralatan untuk mendapatkan harga satuan atau satu jenis pekerjaan tertentu. analisa harga satuan dapat diproses secara manual atau menggunakan perangkat lunak (Lamp-PermenPUPR-28/PRT/M/2016 Analisa harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum).

Analisa harga satuan ini menetapkan suatu perhitungan harga satuan upah, tenaga kerja dan bahan serta pekerjaan yang secara teknis dirinci secara detail berdasarkan suatu metode kerja dan asumsi-asumsi yang sesuai dengan yang diuraikan dalam suatu spesifikasi teknik, gambar desain dan komponen harga satuan, baik untuk kegiatan rehabilitasi atau pemeliharaan, maupun peningkatan infrastruktur ke-PU-an.

Analisa Biaya Konstruksi

Analisa biaya konstruksi adalah cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi. Nilainya dijabarkan dalam perkalian indeks bahan bangunan dan upah kerja dengan harga bahan bangunan dan standar pengupahan pekerja (RSNI T-12-2002).

Harga satuan dasar termasuk biaya pengujian ditambah dengan biaya umum dan keuntungan atau laba (*overhead* dan *profit*) akan menghasilkan harga satuan pekerjaan untuk setiap mata pembayaran persatuan pengukuran

(m¹, m², m³, ton, dan lain-lain). Jumlah dari masing-masing jenis pekerjaan ditambah biaya mobilisasi dan PPN 10% merupakan harga perkiraan sendiri (HPS).

2. METODE PENELITIAN

Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah langkah yang sangat penting dalam proses penelitian, pada dasarnya identifikasi masalah merupakan bagian dari proses penelitian yang dapat dipahami sebagai suatu upaya untuk mendefinisikan masalah yang ada dan membuat permasalahan tersebut dapat diukur dan diuji.

Studi Literatur

Studi literatur berguna sebagai pembelajaran teori untuk penelitian yang dilaksanakan peneliti karena hal tersebut untuk melandasi analisa yang akan dilaksanakan oleh peneliti, peneliti mengambil landasan dari buku, artikel, jurnal, serta skripsi yang berhubungan dengan komposisi material beton, sifat-sifat dan karakteristik beton, sehingga diharapkan akan membantu peneliti dalam melaksanakan penelitiannya.

Studi Komparatif

Metode komparatif atau perbandingan adalah penelitian yang menggunakan teknik membandingkan satu objek dengan objek lainnya.

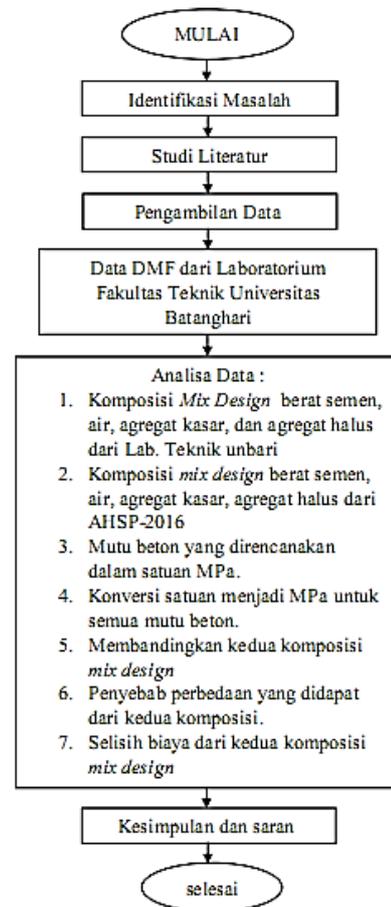
Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan agar dapat memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian, Data adalah kumpulan dari fakta-fakta berupa angka, simbol ataupun tulisan yang memberikan gambaran secara luas sehingga menjadi faktor penting dalam mencapai tujuan penelitian.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder, Data sekunder adalah data yang diperoleh atau data yang dikumpulkan dari berbagai sumber yang telah ada. Data sekunder diperoleh dari laporan yang disusun oleh instansi terkait, hasil studi, maupun literatur lainnya.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari laporan perencanaan campuran beton pada Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Batanghari dan Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 28/PRT/m/2016 Tentang

Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum

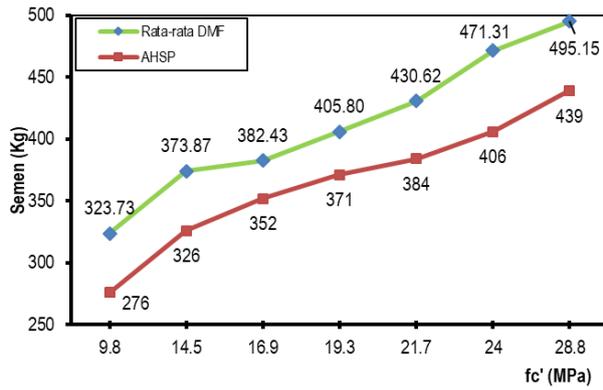


Gambar 1. Bagan alir penelitian
(Sumber: Data Olahan, 2021)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

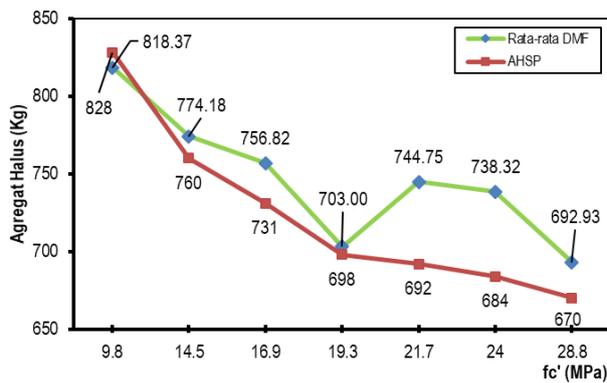
Dalam penelitian ini dilakukan pengkajian dengan membandingkan komposisi material pembentuk beton hasil DMF (*Design Mix Formula*) yang dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi dengan komposisi material yang ada didalam pedoman AHSP-2016 (Analisa Harga Satuan pekerjaan).

Penggunaan bahan pembentuk beton untuk semua mutu beton, dari nilai hasil rata-rata dari 10 data DMF dan AHSP-2016. Komposisinya terdiri dari semen, agragat halus, agragat kasar, dan air.



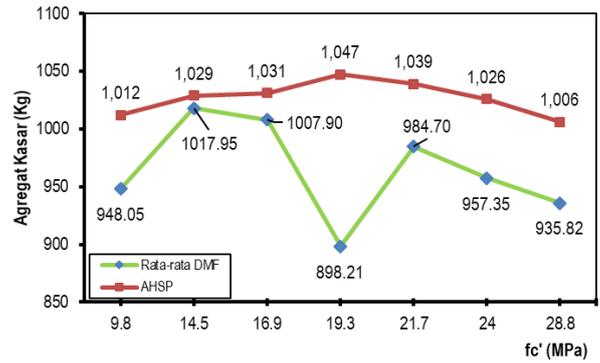
Gambar 1. Grafik Penggunaan Semen (Sumber: Data Olahan, 2021)

Dari Gambar 1 di atas terlihat bahwa penggunaan semen untuk pembuatan 1m³ beton bervariasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing mutu beton, penggunaan semen dari data DMF lebih tinggi 8%-17% dari penggunaan semen yang ada di AHSP-2016.



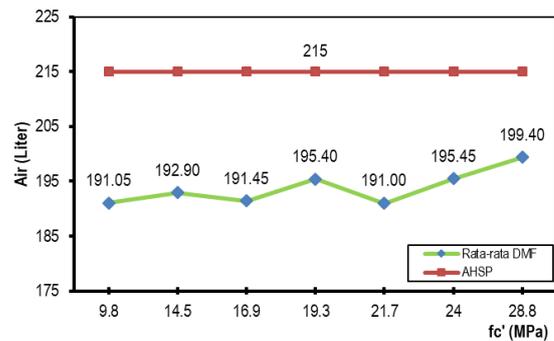
Gambar 2. Grafik Penggunaan Agregat Halus (Sumber: Data Olahan, 2021)

Dari Gambar 2 di atas terlihat bahwa penggunaan agregat halus untuk pembuatan 1m³ beton bervariasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing mutu beton, penggunaan agregat halus data DMF lebih tinggi dari penggunaan agregat halus yang ada di AHSP-2016.



Gambar 3. Grafik Penggunaan Agregat Kasar (Sumber: Data Olahan, 2021)

Dari Gambar 3 terlihat bahwa penggunaan agregat kasar untuk pembuatan 1m³ beton bervariasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing mutu beton, penggunaan agregat kasar data DMF lebih rendah 1%-7% dari penggunaan agregat kasar yang ada di AHSP-2016.



Gambar 4. Grafik Penggunaan Air (Sumber: Data Olahan, 2021)

Dari Gambar 4 terlihat bahwa penggunaan air untuk pembuatan 1m³ beton bervariasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing mutu beton, penggunaan air data DMF lebih rendah 7%-11% dari penggunaan semen yang ada di AHSP-2016.

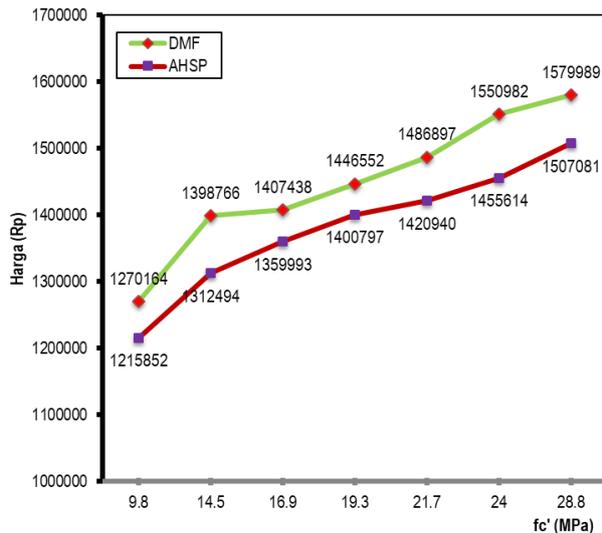
Perbandingan Biaya Pembuatan 1m³ Beton

Dalam penelitian ini menghitung estimasi biaya untuk pembuatan 1m³ beton menggunakan nilai koefisien hasil rata-rata dari 10 data DMF yang diambil dari Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Batanghari untuk setiap mutu betonnya, dan daftar harga yang digunakan adalah daftar Standar Satuan Harga Provinsi Jambi tahun 2020.

Tabel 1. Rekapitulasi Biaya Pembuatan 1m³ Beton Hasil DMF dan AHSP-2016

fc' (MPa)	AHSP (Rp)	DMF (Rp)	Selisih harga	presentase selisih %
9.8	1,215,852	1,270,164	54,312	4.467
14.5	1,312,494	1,398,766	86,272	6.573
16.9	1,359,993	1,407,438	47,445	3.489
19.3	1,400,797	1,446,552	45,755	3.266
21.7	1,420,940	1,486,897	65,957	4.642
24	1,455,614	1,550,982	95,368	6.552
28.8	1,507,081	1,579,989	72,908	4.838

(Sumber: Data Olahan, 2021)

Gambar 5. Grafik Rekapitulasi Biaya Pembuatan 1m³ Beton Hasil DMF dan AHSP-2016 (Sumber: Data Olahan, 2021)

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian studi komparatif yang dilakukan diperoleh kesimpulan yaitu;

1. Komposisi material hasil *DMF* untuk satu mutu beton bisa berbeda-beda, karena material agregat halus dan agregat kasar yang digunakan berbeda propertisnya, hal itu dapat menyebabkan perbedaan dalam penggunaan semen dan air.
2. Rata-rata penggunaan semen hasil *DMF* lebih banyak 8% - 18% dari AHSP-2016. Penggunaan semen hasil *DMF* dan AHSP-2016 meningkat di setiap kenaikan mutu beton.
3. Rata-rata penggunaan agregat halus hasil *DMF* bervariasi pada setiap mutu betonnya.
4. Rata-rata penggunaan agregat kasar hasil *DMF* lebih sedikit 1% - 8% dari AHSP-2016. Penggunaan agregat kasar hasil *DMF* dan AHSP-2016 bervariasi pada setiap mutu beton.
5. Rata-rata penggunaan air hasil *DMF* bervariasi dan lebih sedikit 7% - 13% dari

AHSP-2016. Penggunaan air di AHSP-2016 konstan pada setiap mutu beton.

6. Komposisi mix design material yang ada di AHSP-2016 untuk setiap mutu beton memiliki nilai koefisien yang berbeda. pada material semen, agregat halus, dan agregat kasar. nilai koefisien air sama untuk setiap mutu beton, karena agregat yang digunakan memenuhi spesifikasi, ukuran maksimum 30 mm, bobot isi agregat halus (pasir) 1.400 kg/m³ dan bobot isi agregat kasar 1.350 kg/m³.
7. Biaya untuk membuat 1m³ beton hasil *DMF* lebih mahal 3% - 7% dari biaya AHSP-2016 untuk di setiap mutu betonnya.

5. SARAN

Berdasarkan kajian yang dilakukan, perlu dilakukan evaluasi dalam penyediaan material pembentuk beton, terutama Agregat halus dan agregat kasar. Bagi pelaku usaha, usahakan pemenuhan persyaratan agregat sebagai pembentuk beton digunakan dalam setiap pekerjaan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. 2017, *Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang* Berdasarkan SNI 2847-2013: Muhammadiyah University Press, Surakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, (2019), *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasannya*, SNI 2847:2019, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, (2013), *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasannya*, SNI 2847:2013, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, (2011), *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*, SNI 2493:2011, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional, (1993), *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, SNI 2834:1993, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, (2012), *Tata Cara Pemilihan Campuran Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*, SNI 7656:2012, Jakarta.
- Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor: 28/PRT/M/2016 Tentang *Analisa Harga Satuan Pekerjaan* Bidang Pekerjaan Umum.
- Mulyono, T. (2006), *Teknologi Beton*, Andi Offset, Yogyakarta.

Nugraha, P. (2007), *Teknologi Beton*, Penerbit
C.V Andi Offset, Yogyakarta.
Rancangan Standar Nasional Indonesia, 2002,
*Analisa Biaya Konstruksi (ABK)
Bangunan Gedung dan Perumahan*

Pekerjaan Persiapan, RSNI T-12-2002,
Jakarta.
Daftar Standar Satuan Harga Provinsi Jambi
Tahun 2020.