

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK**

Alamat I : Jl. Jenderal Achmad Yani Km. 35,5 Banjarbaru - Kalimantan Selatan 70714
Telepon (0511) 4773858 Faksimile (0511) 4781730
Alamat II : Jl. Brigjend. H. Hasan Basry Banjarmasin - Kalimantan Selatan 70123
Telepon (0511) 3304503 Faksimile (0511) 3304503

KEPUTUSAN

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

Nomor: 33 /UN8.1.31/KU/2018

Tentang

**BANTUAN OPERASIONAL KEGIATAN HIBAH PENELITIAN DOSEN
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT TAHUN 2018**

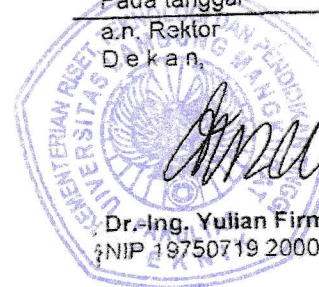
- Menimbang : 1. Bahwa untuk mendukung kelancaran pelaksanaan kegiatan Hibah Penelitian Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Tahun 2018, maka dipandang perlu untuk memberikan bantuan operasional kegiatan Hibah Penelitian Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Tahun 2018;
2. Bahwa sehubungan dengan hal tersebut diatas, dipandang perlu menerbitkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- Mengingat : 1. Peraturan Pemerintah R.I. nomor 66 tahun 2010 tentang Pendidikan Tinggi;
2. Peraturan Menteri Keuangan Republik Indonesia Nomor 33/PMK.02/2016 tentang Standar Biaya Masukan Tahun Anggaran 2017;
3. Surat Pengesahan DIPA tahun 2018 nomor 042.01.2.400957/ 2018 tanggal 05 Desember 2017;
4. Peraturan Direktur Perbendaharaan Negara Nomor PER-17/PB/2013 tentang Tata Cara Pembayaran PNBPN atas Beban Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara;
5. Surat Keputusan Rektor Universitas Lambung Mangkurat nomor 1152/UN8/KP/2014 tanggal 12 November 2014 tentang Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat periode 2014-2018;
6. Surat Keputusan Rektor Universitas Lambung Mangkurat Nomor 021/UN8/KU/2017 tanggal 03 Januari 2017 tentang Pelimpahan Wewenang Kepada Pejabat Tertentu Penandatanganan Surat Keputusan dan Surat Tugas Perjalanan Dinas Dalam Rangka Pelaksanaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara di Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2018

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
Pertama : Memberikan Bantuan Operasional Kegiatan Hibah Penelitian Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Tahun 2018;
Kedua : Segala biaya akibat dari dikeluarkannya Surat Keputusan ini dibebankan pada Anggaran DIPA PNBPN Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat tahun 2018;
Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, dengan ketentuan apabila dikemudian hari terdapat kesalahan dalam keputusan ini akan diperbaiki sebagaimana mestinya.

Dibuat di Banjarbaru
Pada tanggal 18 Mei 2018

a.n. Rektor
Dekan



Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T.
NIP. 19750719 200003 1 001

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat I : Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru – Kalimantan Selatan 70714
Telepon (0511) 4773858 Faksimile (0511) 4781730
Alamat II : Jl. Brigjend. H. Hasan Basry Banjarmasin – Kalimantan Selatan 70123
Telepon (0511) 3304503 Faksimile (0511) 3304503

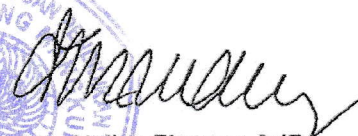
Lampiran Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat


Nomor : 333 /UN8.1.31/KU/2018

Tanggal : 18 Mei 2018

Tentang : BANTUAN OPERASIONAL KEGIATAN HIBAH PENELITIAN DOSEN
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT TAHUN 2018

No.	Nama Ketua Penelitian	Judul	No. Kontrak	Besaran biaya
1	Dr. Ir. Achmad Rusdiansyah, M.T.	Evaluasi Neraca Air Daerah Irigasi Rawa Pasang Surut Dengan Sistem Aliran Dua Arah Studi Kasus: Daerah Irigasi Rawa Belanti II Kabupaten Pulang Pisau Kalimantan Tengah	001/UN8.1.31/HP2.AR/2018	20.000.000
2	Nursiah Chairunnisa, S.T.,M.Eng.	Analisis Numerik Balok Kopel Rangka Baja (Steel Truss Coupling Beam) pada (Coupled Shear Wall System) dan Kajian Proporsi Superplasticizer dalam Self Compacting Mortar	001/UN8.1.31/HP2.NC/2018	20.000.000
3	Dr. Ir. Henry Wardhana, M.T.	Sifat Fisik Komposit Papan Semen Berbahan Serat Purun Tikus (Eleocharis Dulcis) Dengan Perlakuan Perendaman NaOH	001/UN8.1.31/HP2.HW/2018	20.000.000
4	Dr. Eng. Irfan Prasetya S.T.,M.T.	Alternatif Perencanaan JOB MIX Beton Dengan Memanfaatkan Material Lokal Kalimantan Timur	001/UN8.1.31/HP2.IP/2018	20.000.000
5	Dr. Ir. Rustam Effendi, M.A.Sc	Sampel Artifisial untuk Permodalan Fisik Lempung Lunak Banjarmasin	001/UN8.1.31/HP2.RE/2018	20.000.000

Dekan,

Dr. Ing. Yulian Firmana Arifin
NIP. 197507192000031001



Bidang Unggulan : Material Beton

Kode>Nama Rumpun: 410/ Ilmu Teknik

**LAPORAN PENELITIAN
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**

**ALTERNATIF PERANCANGAN JOB MIX BETON DENGAN
MEMANFAATKAN MATERIAL LOKAL KALIMANTAN TIMUR**



PENELITI

Dr. Eng. Irfan Prasetya, S.T., M.T.

0026108501

Rusdiyanur, S.T.

1620828310040


**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
OKTOBER 2018**

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK ULM

Judul Penelitian : Alternatif Perancangan Job Mix Beton dengan Memanfaatkan Material Lokal Kalimantan Timur
Kode>Nama Rumpun Ilmu : 410/Illmu Teknik
Ketua Peneliti
a. Nama Lengkap : Dr. Eng. Irfan Prasetia, S.T., M.T.
b. NIDN : 0026108501
c. Jabatan Fungsional : Dosen/ Lektor
d. Program Studi : Teknik sipil
e. No Hp : 08115017165
f. E-mail : prasetia.07@gmail.com
Lama Penelitian Keseluruhan : 6 (enam) bulan
Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 20.000.000,-
Biaya Tahun Berjalan : - Diusulkan ke DIKTI Rp.-
- Dana internal PT Rp. 20.000.000,-
- *Inkind*


Banjarmasin, Oktober 2018

Menyetujui,
Dekan,



Dr. -Ing. Yulian Firmana Arifin
NIP. 19750719 200003 1 001

Ketua Peneliti,




Dr. Eng Irfan Prasetia, ST. MT
NIP. 19851026 200812 1 001

Ketua Lembaga Penelitian dan
Pengabdian Kepada Masyarakat,



Prof. Dr. M. Arief Soendjoto, M.Sc
NIP. 19600623 198801 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Magister
Teknik Sipil,



Dr. Mahmud, S.T., M.T
NIP. 19740107 199802 1 001

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
DAFTAR ISI	ii
RINGKASAN	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Luaran dan Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Beton	4
2.2 Persyaratan Campuran Beton	5
2.3 Semen	5
2.4 Air.....	6
2.5 Agregat	7
BAB III METODE PENELITIAN.....	9
3.1 Pemeriksaan Bahan	9
3.2 Perencanaan Campuran Beton.....	9
3.3 Pengujian di Laboratorium.....	10
3.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder.....	10
3.5 Rekomendasi Komposisi Campuran	11
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	12
4.1 Hasil Pengujian Material.....	12
4.1.1 Pengujian Semen.....	12
4.1.2 Pengujian Agregat Kasar	13
4.1.3 Pengujian Agregat Halus	14
4.2 Pembuatan Rencana Campuran Beton	15
4.3 Pengujian Workabilitas	16
4.4 Pengujian Kuat Tekan	17

BAB V PENUTUP	21
5.1 Kesimpulan.....	21
5.2 Saran.....	21
DAFTAR PUSTAKA.....	22

RINGKASAN

Penggunaan material berkualitas sangatlah penting baik untuk pembangunan jalan, pembangunan jembatan maupun gedung. Selain penggunaan material yang berkualitas, Keputusan Presiden No 16 Tahun 1994 telah menetapkan bahwa pelaksanaan pembangunan harus mengutamakan pemanfaatan material lokal. Akan tetapi material lokal yang ada di Kalimantan Timur jarang sekali digunakan untuk pekerjaan struktur dikarenakan kualitas yang kurang baik. Sehingga kebutuhan agregat kasar maupun halus selalu mendatangkan material agregat dari luar pulau Kalimantan terutama dari Palu.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan komposisi job mix beton dengan material lokal Kalimantan Timur yang memberikan nilai kuat tekan yang cukup tinggi. Untuk hal tersebut, maka dibuatlah rencana campuran beton berdasarkan SNI 03-2838-2002. Adapun pengujian workabilitas dilakukan berdasarkan SNI 1972:2008. Kemudian, pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI 1974:2011.

Dari hasil pengujian-pengujian tersebut terdapat beberapa hal menarik yang dapat diketahui. Dari hasil pengujian workabilitas diketahui bahwa kedua jenis sampel memiliki nilai slump yang cukup rendah. Sehingga, rekomendasi yang diberikan adalah untuk meningkatkan fas atau menambahkan superplasticizer pada campuran. Adapun untuk hasil pengujian kuat tekan beton, rekomendasi yang dapat diberikan adalah untuk pembuatan beton struktural diatas 25 MPa sebaiknya menggunakan agregat dari Palu. Akan tetapi, untuk pembuatan beton struktural dibawah 25 MPa direkomendasikan untuk menggunakan agregat lokal Kaltim.

Kata kunci: material beton, material lokal Kalimantan Timur, job mix beton

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan material berkualitas sangatlah penting baik untuk pembangunan jalan, pembangunan jembatan maupun gedung. Selain penggunaan material yang berkualitas, keputusan presiden no 16 tahun 1994 telah menetapkan bahwa pelaksanaan pembangunan harus mengutamakan pemaanfaatan material lokal. Akan tetapi material lokal yang ada di Kalimantan Timur jarang sekali digunakan untuk pekerjaan struktur dikarenakan kualitas yang kurang baik. Sehingga kebutuhan agregat kasar maupun halus selalu mendatangkan material agregat dari luar pulau Kalimantan terutama dari Palu. Karena agregat dari Palu selalu didapatkan mutu beton yang diinginkan baik itu mutu beton sedang maupun mutu beton tinggi. Padahal dengan menggunakan material Palu tersebut anggaran biaya konstruksi menjadi lebih mahal, dimana harga agregat Palu 2 kali lipat harganya dari agregat lokal. Selain mahal proses pengadaan material pelaksanaan proyek terkendala oleh faktor cuaca sehingga mengakibatkan keterlambatan.

Kendala tersebut berbanding terbalik dengan keadaan dilapangan, di kota Samarinda kebutuhan akan beton untuk pekerjaan konstruksi sangat meningkat. Permintaan pasar terhadap penyedia jasa beton (redy mix) tidak diimbangi dengan kualitas penyedia jasa redy mix. Hal ini mengakibatkan beberapa redy mix tidak menjaga kualitas mutu beton yang diinginkan. Beberapa redy mix yang mengalami penolakan oleh pemilik pekerjaan, dikarenakan beton yang sudah mengeras dan tidak sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Hasil ini disebabkan karena jauhnya lokasi pekerjaan, terlalu lamanya pelaksanaan pekerjaan sehingga truk redy mix mengantri. Selain itu kondisi transportasi di Kota Samarinda yang macet, serta kendala-kendala yang dialami dari truk redy mix itu sendiri.

Dalam perancangan campuran beton, telah berkembang metode atau konsep material pembuat beton. Material lain yang dipilih dalam pembuatan beton dimaksudkan untuk meningkatkan kekuatan beton, menekan biaya material atau untuk beton yang ramah lingkungan. Dengan perkembangan teknologi beton yang variatif baik dari segi teknologi material, metode kerja, serta mesin dan peralatan, maka membuka peluang penelitian, khususnya untuk mempermudah perkerjaan dibidang

konstruksi.

Dari penelitian yang sudah ada pembuatan campuran beton dengan menggunakan fly ash dari PLTU Asam-asam di dapatkan hasil maksimal pencampuran abu terbang sebagai bahan pengganti sebagian semen pada beton yang memenuhi kuat tekan rencana dapat dilakukan sampai dengan 30% dari berat semen pada beton normal untuk kuat tekan ($f'c$) 30 Mpa, untuk kuat tekan ($f'c$) 20 Mpa sampai dengan 15 % dari berat semen pada beton normal (Khairil Yanua. 2010). Sedangkan dari hasil penelitian yang lain dengan menggunakan fly ash dan material lain di luar Pulau Kalimantan didapat hasil kuat tekan beton pada umur 56 hari dengan penggunaan 15% fly ash didapatkan kuat tekan yang maksimal, dengan peningkatan persentase 1,69% terhadap kuat tekan beton umur 28 hari (dewi Pertiwi, dkk. 2015). Untuk mengurangi porositas semen dapat digunakan bahan tambah material yang bersifat pozzolan dan mempunyai partikel sangat halus. Salah satu bahan tambah mineral tersebut adalah abu terbang (fly ash). Sebagai pengganti semen fly ash dapat bekerja setelah umur 28 hari karena lambatnya aksi pozzolanik, sehingga dibutuhkan waktu perawatan yang cukup lama antara 56 sampai 90 hari (Dewi Pertiwi, dkk. 2015).

Berdasarkan masalah diatas terdapat beberapa permasalahan baik itu dari material lokal yang kualitasnya kurang baik, mahalnya dan susahya mendatangkan material dari luar pulau Kalimantan. Sedangkan permintaan pasar terhadap beton yang berkualitas terus meningkat. Dalam penelitian ini akan dilakukan percobaan dalam pembuatan beton dengan menggunakan material lokal Kalimantan Timur. Diharapkan dalam penelitian ini akan didapat komposisi material beton yang dapat mengakomodir agregat lokal dengan tetap memberikan kekuatan beton yang tinggi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana komposisi *job mix* beton dengan material lokal Kalimantan Timur yang memberikan nilai kuat tekan yang cukup tinggi.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dicapai adalah menentukan komposisi *job mix* beton dengan material lokal Kalimantan Timur yang ideal.

1.4 Luaran dan Manfaat Penelitian

Adapun luaran dan manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Informasi penting mengenai komposisi *job mix* beton dengan material lokal Kalimantan Timur yang ideal.
- 2) Artikel ilmiah yang akan diterbitkan pada seminar atau jurnal ilmiah berskala nasional atau internasional.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Pengertian beton (Concrete) berdasarkan SNI Nomor 2847 tahun 2013 tentang “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung” adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (admixture). Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa bahan-bahan dasar pembentuk beton adalah semen, pasir, kerikil, dan air. Campuran tersebut setelah dicampur dengan merata akan menghasilkan suatu campuran plastis (antara cair dan padat) yang dapat dituang ke dalam cetakan beton, sehingga setelah keras/padat menjadi bahan komposit yang memiliki bentuk sesuai dengan yang diinginkan. Perubahan sifat plastis beton menjadi keras seperti batuan karena proses kimia, yang terjadi antara semen Portland dan airnya. Adapun agregat (baik pasir dan kerikil) tidak mengalami proses kimia, melainkan hanya sebagai bahan pengisi saja, yaitu bahan yang diikat (Pramono, 2008).

Menurut Nugraha dan Antoni (2007), struktur beton mempunyai banyak keunggulan dibanding material struktur yang lain diantaranya:

1. Ketersediaan (availability) materi dasar.
2. Kemudahan untuk digunakan (versatility).
3. Kemampuan beradaptasi (adaptability), dan
4. Kebutuhan pemeliharaan yang minimal.

Selain memiliki keunggulan, beton juga memiliki kekurangan, diantaranya:

1. Berat sendiri beton normal cukup besar, sekitar 2.400 kg/m³.
2. Ketidak seragaman kualitas bahan dasar penyusun beton sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya berbeda-beda.
3. Kuat tarik beton rendah, sehingga perlu diberikan baja tulangan, serat, dan sebagainya (Tjokrodinuljo, 2009).
4. Kualitas beton sangat tergantung dengan cara pembuatan di lapangan.
5. Setelah dibuat struktur beton tidak dapat dipindahkan dan pemakaian kembali atau daur ulang sulit dan tidak ekonomis.

2.2 Persyaratan Campuran Beton

Berdasarkan SNI Nomor 03-2834 tahun 2000 tentang “Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal”, persyaratan umum yang harus dipenuhi pada perencanaan campuran beton yaitu:

1. Kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, pemadatan, dan perataan) dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen)
2. Keawetan
3. Kuat tekan, dan
4. Ekonomis.

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam perencanaan campuran beton harus mengikuti persyaratan berikut:

1. Bila pada bagian pekerjaan konstruksi yang berbeda akan digunakan bahan yang berbeda, maka setiap proporsi campuran yang akan digunakan harus direncanakan secara terpisah.
2. Bahan untuk campuran coba harus mewakili bahan yang akan digunakan dalam pekerjaan yang diusulkan.

Selain itu, dalam perencanaan campuran beton harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Perhitungan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton;
2. Susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan.

2.3 Semen

Jenis atau tipe semen yang dijual dipasaran sangatlah bervariasi. Oleh karena itu, perlu diketahui tipe semen yang telah distandarisasi di Indonesia. Menurut SNI 03-2834-2000, jenis semen terdiri dari:

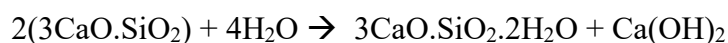
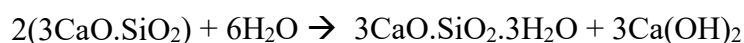
1. Semen Portland tipe I adalah semen Portland untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus.
2. Semen Portland tipe II adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.

3. Semen Portland tipe III adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Semen Portland tipe V adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.
5. Semen Portland-pozolan adalah campuran semen Portland dengan pozolan antara 15%-40% berat total campuran dan kandungan $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ dalam pozolan minimum 70%.

Sifat kimia dari semen portland sangat rumit, dan belum dimengerti sepenuhnya. Hampir dari dua pertiga bagian semen merupakan zat kapur yang proporsinya berperan penting terhadap sifat-sifat semen. Zat kapur yang berlebihan biasanya kurang baik untuk semen karena akan menyebabkan terjadinya disintegrasi (perpecahan) semen setelah terjadi reaksi pengikatan. Kadar kapur yang komposisinya pas dan tidak berlebihan cenderung memperlambat pengikatan, tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi. Sedangkan kekurangan zat kapur akan menghasilkan semen yang lemah. (L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1999). Dalam semen pada dasarnya ada 4 senyawa penting, yaitu:

- a) Trikalsium silikat (C_3S)
- b) Dikalsium silikat (C_2S)
- c) Trikalsium aluminat (C_3A)
- d) Tetrakalsium aluminoforit (C_4AF)

Adapun Proses hidrasi yang terjadi pada semen portland dapat dinyatakan dalam persamaan kimia sebagai berikut:



Kalsium silikat dengan air akan terhidrolisa kalsium silikat hidrat yang berupa padatan berongga yang sering disebut tobermorite gel dan kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ atau kapur bebas yang merupakan sisa reaksi antara C_3S dan C_2S dengan air.

2.4 Air

Air harus ada didalam beton cair tidak saja berguna untuk proses hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi pasta sehingga betoonnya menjadi lecah (workable). Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya bila dipakai dalam campuran beton akan

memungkinkan untuk menurunkan kualitas beton dan mengganggu proses pengerasan dan ketahanan beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (Mulyono, 2003). Berdasarkan aturan SNI 03-2847-2002 terdapat aturan air sebagai bahan campuran dalam membuat beton. Persyaratan tersebut sebagai berikut:

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
 - a. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
 - b. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm)” (ASTM C 109).

2.5 Agregat

Pada dasarnya beton tidak akan terbentuk tanpa adanya campuran agregat. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi sekali yaitu berkisar 60% sampai dengan 70% dari berat campuran beton. Sehingga kualitas agregat sangat mempengaruhi kualitas beton yang akan dihasilkan. Selain sebagai pengisi, agregat memiliki fungsi lain yaitu sebagai penentu sifat mortar atau mutu beton yang akan dihasilkan.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat batuan (artificial aggregates). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu, agregat kasar dan agregat halus. Batasan ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (british standard) atau 4.75 mm (Standar ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari

4.80 mm (4.75 mm), dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm).

SK SNI S 04 1989 F tentang “Spesifikasi bahan bangunan bagian A (bahan bangunan bukan logam)” menyebutkan syarat mutu suatu agregat. Adapun syarat mutu tersebut adalah sebagai berikut:

1. Agregat Halus (pasir):

- a. Butirannya tajam, kuat dan keras
- b. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca.
- c. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut :
 - 1) Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%
 - 2) Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%
- d. Agregat halus tidak boleh mengandung Lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5%. Apabila lebih dari 5% maka pasir harus dicuci.
- e. Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton. Bila direndam dalam larutan 3% NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.
- f. Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 1,5-3,8. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3 atau 4.
- g. Tidak boleh mengandung garam.

2. Agregat Kasar (Kerikil) :

- a. Butirannya tajam, kuat dan keras
- b. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca.
- c. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut :
 - 1) Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%
 - 2) Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung Lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 1%. Apabila lebih dari 1% maka kerikil harus dicuci.
- e. Tidak boleh mengandung zat organik dan bahan alkali yang dapat merusak beton.
- f. Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 6 – 7,50.
- g. Tidak boleh mengandung garam.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan campuran beton terdiri dari pemeriksaan agregat yang akan digunakan dalam penelitian ini. Adapun pemeriksaan bahan dilakukan di Laboratorium Pengujian Balai Pengembangan Teknologi dan Konstruksi. Pemeriksaan bahan dasar dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik bahan yang digunakan. Pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium seperti:

1. Analisa saringan agregat halus dan agregat kasar berdasarkan SNI 03-1958-1990.
2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar berdasarkan SNI 1969-2008.
3. Pemeriksaan berat isi agregat halus dan agregat kasar berdasarkan SNI 03-4804-1998.
4. Pemeriksaan keausan agregat (Los Angeles) berdasarkan SNI 2417-2008.

3.2 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran bahan dalam pembuatan beton (*mix design*) yang berbentuk silinder 15 x 30 cm Benda uji dibuat 15 buah silinder dengan menggunakan batu pecah Samarinda, dan pasir Sungai Mahakam. Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal yaitu SNI 03-2834-2002. Percobaan perencanaan pencampuran beton bertujuan untuk mengetahui proporsi bahan campuran beton sesuai dengan mutu beton $f'c$ 25 Mpa.

Pembuatan benda uji dilakukan sesuai dengan perencanaan campuran beton yang telah ditetapkan. Dalam pembuatan benda uji perlu dilakukan persiapan alat dan bahan seperti pembersihan cetakan silinder dan pelapisan silinder dengan oli pada dinding dan mempersiapkan material berupa pasir, kerikil, semen, dan air. Pada persiapan bahan berat masing-masing material harus sesuai dengan rencana campuran beton.

Untuk mendapatkan kekuatan beton sesuai dengan perencanaan campuran beton, perlu untuk memperhatikan kondisi agregat yang digunakan. Kerikil/ batu pecah dan pasir dicuci terlebih dahulu hingga bersih, kemudian dikeringkan diluar ruangan ± 12 jam, untuk mendapatkan kondisi SSD. Selain itu untuk mendapatkan

campuran yang homogen maka pengaduan harus dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk semen (molen).

3.3 Pengujian di Laboratorium

Untuk menguji kekuatan tekan beton digunakan alat uji tekan berkapasitas 100 ton. Prosedur uji tekan disesuaikan dengan standar pelaksanaan di Pengujian Balai Pengembangan Teknologi dan Konstruksi. Sehari sebelum beton mencapai umur uji yang telah ditetapkan yakni pada umur 28 hari, beton dikeluarkan dari bak perendam dan dikeringkan hingga berada dalam kondisi jenuh kering permukaan/surface saturated dry (SSD). Pengujian ini bertujuan untuk menguji dan mengetahui kuat tekan beton dengan variasi agregat beton dan air yang berbeda.

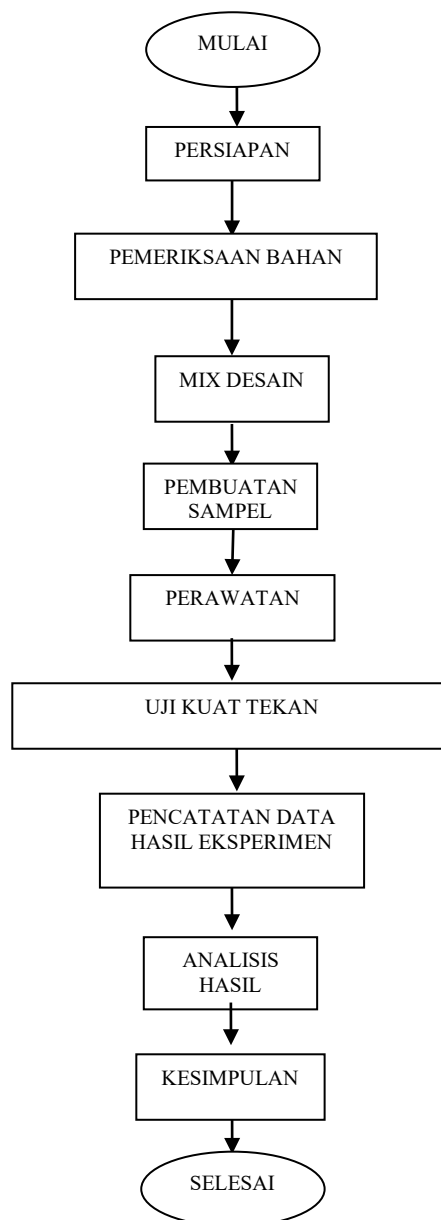
3.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder

Untuk mengetahui kuat tekan beton melalui benda uji silinder beton, dengan umur pengujian 28 hari dilakukan uji kuat tekan dengan mesin penekan. Hasil dari pengujian kuat tekan ini, dapat menunjukkan baik tidaknya mutu pelaksanaan beton. Jika mutu pelaksanaan tepat dan benar, maka akan didapat mutu beton sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian kuat tekan beton ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan karakteristik beton.

3.5 Rekomendasi Komposisi Campuran

Rekomendasi yang akan di berikan didapat dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan agregat lokal, nantinya akan memberi informasi kepada seluruh redy mix yang ada di kota samarinda pada khususnya. Diharapkan penggunaan *job mix* tersebut dengan menggunakan agregat lokal, dapat menekan biaya produksi.

Secara ringkas tahapan penelitian di atas dapat digambarkan dalam diagram alir penelitian sesuai dengan gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material

Semua pengujian material berupa agregat kasar dan agregat halus semen dilakukan di laboratorium UPTB BPMSK yang berada Kota Samarinda Provinsi di Kalimantan Timur. Adapun pengujian material yang dilakukan yaitu pengujian terhadap semen, agregat kasar sempaja, agregat kasar palu, agregat halus pasir Mahakam dan agregat halus palu. Analisi yang dilakukan meliputi:

1. Pengujian kadar air agregat halus Mahakam dan agregat kasar sempaja.
2. Pengujian jumlah bahan yang lolos saringan nomor 200 agregat kasar Sempaja dan halus Mahakam.
3. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar Sempaja dan halus Mahakam.
4. Pengujian keausan agregat dengan mesin los angeles
5. Pengujian berat isi Agregat kasar sempaja dan halus Mahakam.
6. Analisa saringan agregat kasar kasar sempaja dan agregat halus Mahakam
7. Pengujian semen

4.1.1 Pengujian Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland Tonasa. Pengujian sifat-sifat fisik semen meliputi pengujian berat jenis dan berat isi semen. Hasil pengujian dari sifat-sifat fisik semen dapat dilihat pada Tabel IV.5

Tabel IV.1 Hasil pengujian Semen Tonasa

No	Uraian	Hasil	Spesifikasi
1	Berat Jenis Semen	3.10	± 3.15
2	Berat Isi Semen		
	- Lepas	1.20	
	- Padat	1.23	

Pada Tabel IV.1 terlihat bahwa semen yang dipergunakan telah memenuhi spesifikasi material beton yang disyaratkan.

4.1.2 Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar dilakukan dengan 2 material yang berbeda yang mana material tersebut menggunakan material lokal Kalimantan Timur yaitu batu gunung sempaja dan material palu dari PT. Borneo. Dalam penelitian ini sifat-sifat fisik agregat kasar yang di uji yaitu, kadar air, bahan yang lolos saringan 200, berat jenis dan penyerapan, keausan, berat isi, Analisa Saringan. Hasil pengujian agregat kasar dari material lokal Kalimantan Timur dapat dilihat pada Tabel IV.2. Adapun hasil pengujian agregat kasar dari material palu dapat dilihat pada tabel IV.3.

Tabel IV.2 Hasil pengujian agregat kasar lokal sempaja

No	Uraian	Hasil	Satuan	Spesifikasi
1	kadar Air	1.06	%	
2	Bahan lolos saringan 200	0.81	%	< 1 %
3	Berat Jenis dan penyerapan			
	- Berat Jenis curat Kering	2.60	gr/cc	
	- Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan	2.64	gr/cc	
	- Berat Jenis Semu	2.70	gr/cc	
	- Penyerapan	1.46	%	
4	Keausan Agregat Kasar	25.14	%	< 40 %
5	Berat Isi Agregat			
	- Lepas	1.20	Gr/cm ³	
	- Padat	1.31	Gr/cm ³	
6	Analisa Sarinagan FM	2.80	Gr/cm ³	

Tabel IV.3 Hasil pengujian agregat kasar Palu

No	Uraian	Hasil	Satuan	Spesifikasi
1	kadar Air	1.86	%	
2	Bahan lolos saringan 200	0.93	%	< 1 %
3	Berat Jenis dan penyerapan			
	- Berat Jenis curat Kering	2.64	gr/cc	
	- Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan	2.67	gr/cc	
	- Berat Jenis Semu	2.71	gr/cc	
	- Penyerapan	0.97	%	
4	Keausan Agregat Kasar	19.32	%	< 40 %
5	Berat Isi Agregat	1.39	Gr/cm ³	
6	Analisa Sarinagan FM	2.80	Gr/cm ³	

Hasil dari Tabel IV.2 dan IV.3 menunjukkan bahwa agregat kasar dapat dipergunakan untuk campuran beton struktur, dengan ketentuan spesifikasi berdasarkan SNI yang dipergunakan dalam pengujian material lokal maupun luar daerah. Hal lain yang dapat diketahui adalah nilai keausan agregat kasar palu yang lebih besar dibandingkan dengan agregat kasar sempaja. Dari hasil pemeriksaan keausan agregat dapat diketahui bahwa agregat palu memang lebih baik untuk digunakan sebagai material beton. Akan tetapi, dengan nilai keausan sekitar 25%, agregat kasar lokal tetap dapat digunakan untuk material beton. Selain itu, dari hasil pengujian penyerapan, terlihat absorpsi/penyerapan air dari agregat kasar dari palu lebih rendah. Sehingga saat pencampuran, apabila menggunakan agregat dari gunung sempaja, harus memperhatikan kondisi kandungan air dalam agregat agar air yang digunakan untuk campuran tidak terserap oleh agregat.

4.1.3 Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus dilakukan dengan 2 material yang berbeda yang mana material tersebut menggunakan material lokal berasal dari Sei Mahakam dari UD. Jaya dan material palu berasal dari PT. Borneo. Dalam penelitian ini sifat-sifat fisik agregat kasar yang di uji yaitu, kadar air, bahan yang lolos saringan 200, berat jenis dan penyerapan dan berat isi. Hasil pengujian agregat halus dari material lokal Kalimantan Timur dapat dilihat pada Tabel IV.4. Adapun hasil pengujian agregat halus dari material palu dapat dilihat pada tabel IV.5.

Tabel IV.4 Hasil pengujian agregat halus Sei Mahakam

No	Uraian	Hasil	Satuan	Spesifikasi
1	kadar Air	3.07	%	
2	Bahan lolos saringan 200	3.76	%	< 5%
3	Berat Jenis dan penyerapan			
	- Berat Jenis curat Kering	2.62	gr/cc	< 2,5 Gr/cc
	- Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan	2.64	gr/cc	< 2,5 Gr/cc
	- Berat Jenis Semu	2.69	gr/cc	< 2,5 Gr/cc
	- Penyerapan	1.02	%	
5	Berat Isi Agregat			
	- Lepas	1.21	Gr/cm ³	
	- Padat	1.36	Gr/cm ³	

Tabel IV.5 Hasil pengujian agregat halus Palu

No	Uraian	Hasil	Satuan	Spesifikasi
1	kadar Air	1.63	%	
2	Bahan lolos saringan 200	2.13	%	< 5%
3	Berat Jenis dan penyerapan			
	- Berat Jenis curat Kering	2.59	gr/cc	< 2,5 Gr/cc
	- Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan	2.62	gr/cc	< 2,5 Gr/cc
	- Berat Jenis Semu	2.68	gr/cc	< 2,5 Gr/cc
	- Penyerapan	1.18	%	
5	Berat Isi Agregat	1.47	Gr/cm ³	

Dari Tabel IV.4 dan IV.5 dapat dilihat beberapa informasi penting untuk pencampuran beton. Sama halnya dengan hasil pengujian agregat kasar, pada agregat halus juga terlihat bahwa penyerapan air dari agregat halus Kalimantan Timur lebih tinggi. Hal ini juga terlihat dari kadar air agregat sei. Mahakam yang juga jauh lebih tinggi dibandingkan dengan agregat halus palu. Adapun untuk hasil yang lainnya menunjukan bahwa agregat halus dari kedua sumber dapat di pergunakan untuk campuran beton struktur.

4.2 Pembuatan Rencana Campuran Beton

Dalam pembuatan rencana campuran beton pada penelitian ini berdasarkan metode SNI 03-2838-2002 "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal". Terdapat beberapa acuan dalam pembuatan rencana campuran beton pada penelitian ini yaitu:

1. Kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari dan 56 hari ($f'c$) = 25 Mpa.
2. Standar deviasi (S) = 1.5 Mpa didapat dari perhitungan benda uji dilapangan sebanyak 15 benda uji dapat dilihat pada tabel berikut ini :
3. Nilai tambah (M) = $1.64 \times 1.16 = 1.9$ N/mm²
4. Kuat tekan rata-rata beton yang ditargetkan/ $f'cr = f'c + M = 25 + 2.5 = 26.9$ Mpa
5. Jenis semen yang digunakan adalah Semen tipe I (Semen Tonasa)
6. Jenis Agregat :
 - a. Agregat Kasar Batu pecah
 - b. Agregat halus Pasir alami
7. Faktor air semen (FAS) 0.44
8. Ukuran agregat maksimum 40 mm.

Pada penelitian ini akan dibuat dua buah sampel, yaitu sampel beton normal dengan menggunakan agregat lokal Kalimantan Timur dan sampel beton normal dengan menggunakan agregat palu. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah agregat lokal juga dapat digunakan sebagai material penyusun beton, mengingat bahwa kebiasaan yang sering dilakukan adalah pembuatan beton menggunakan agregat dari Palu. Untuk tujuan tersebut dan dengan data acuan telah disebutkan diatas maka dibuatlah campuran beton seperti terlihat pada Tabel IV.6.

Tabel IV.6 Job mix design beton pada penelitian

No	Jenis Sampel	Air (liter)	Semen (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Jumlah Sampel	Ket
1	BNS	19,0784	43,36	118,28	49,47	15 buah	Menggunakan agregat lokal Kaltim
2	BNP	19,0784	43,36	118,28	49,47	15 buah	Menggunakan Agregat Palu

4.3 Pengujian Workabilitas

Pengujian workabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah sampel yang dibuat berdasarkan rencana campuran memiliki workabilitas/ kemampuan pengadukan yang baik. Adapun pengujian dilakukan berdasarkan SNI 1972:2008. Hasil pengujian workabilitas dapat dilihat pada Tabel IV. 7.

Tabel IV.7 Hasil pengujian workabilitas beton

No	Jenis Sampel	Nilai Slump (cm)	Ket
1	BNS	3	Menggunakan agregat lokal Kaltim
2	BNP	4,1	Menggunakan Agregat Palu

Dari hasil ini terlihat bahwa karena menggunakan faktor air semen (fas) yang cukup rendah, maka nilai slump yang diperoleh tidak terlalu tinggi. Artinya pengadukan dan pengecoran akan sulit untuk dikerjakan khususnya untuk komponen struktur seperti balok dan kolom. Sehingga, rekomendasi yang diberikan adalah untuk meningkatkan fas atau menambahkan *superplasticizer* pada campuran. Kedua rekomendasi ini tentu

memiliki kelebihan dan kekurangannya. Untuk penambahan/peningkatan fas tentunya tidak memerlukan biaya tambahan, tetapi mutu beton dapat berkurang. Sebaliknya, penggunaan *superplasticizer* dapat menjaga mutu beton, tetapi akan ada biaya tambahan karena harga *superplasticizer* yang cukup mahal.

Kemudian, hal menarik lainnya adalah untuk beton dengan material palu memiliki tingkat workabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan material lokal Kalimantan Timur. Hal ini selaras dengan hasil pengujian material yang telah dilakukan. Karena material lokal memiliki nilai absorpsi yang lebih tinggi, maka dimungkinkan bahwa air untuk pencampuran beton terserap sebagian kedalam agregat. Sehingga fas yang ada berkurang dan mengakibatkan nilai slump menjadi rendah. Oleh karena itu, saat pembuatan beton dengan menggunakan agregat lokal perlu diperhatikan kondisi agregat tersebut. Agregat, baik agregat kasar maupun halus, harus dalam keadaan yang ideal untuk pencampuran.

4.4 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI 1974:2011. Untuk sampel dengan menggunakan agregat lokal Kaltim (BNS) akan diuji pada umur 28 dan 56 hari. Adapun untuk sampel dengan menggunakan agregat Palu (BNP) akan diuji hanya pada umur 28 hari. Perbedaan ini dikarenakan penelitian kali ini lebih fokus kepada pemanfaatan material lokal Kaltim dan beton dengan menggunakan agregat Palu sebagai beton pembanding. Dengan adanya perbedaan waktu perendaman/pengawetan sampel (curing) bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan kekuatan beton dengan material lokal Kaltim pada umur beton yang lebih lama.

Hasil kuat tekan beton dengan material lokal pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel IV. 8. Sedangkan hasil kuat tekan beton dengan material lokal pada umur 56 hari dapat dilihat pada tabel IV. 9. Kemudian hasil kuat tekan beton dengan material Palu dapat dilihat pada tabel IV. 10.

Tabel IV.8 Hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan agregat lokal Kaltim pada umur 28 hari

No	Jenis Sampel	Umur (hari)	Kuat Tekan (MPa)
1	BNS	28	24,46
2	BNS	28	25,02
3	BNS	28	24,46
4	BNS	28	23,89
5	BNS	28	23,89
Rata-rata			24,34

Tabel IV.9 Hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan agregat lokal Kaltim pada umur 56 hari

No	Jenis Sampel	Umur (hari)	Kuat Tekan (MPa)
1	BNS	28	25,02
2	BNS	28	24,46
3	BNS	28	25,59
4	BNS	28	24,46
5	BNS	28	24,40
6	BNS	28	24,46
7	BNS	28	25,59
8	BNS	28	25,02
9	BNS	28	24,46
10	BNS	28	25,02
Rata-rata			24,85

Tabel IV.10 Hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan agregat lokal Kaltim pada umur 28 hari

No	Jenis Sampel	Umur (hari)	Kuat Tekan (MPa)
1	BNP	28	33,65
2	BNP	28	36,50
3	BNP	28	35,65
4	BNP	28	34,80
5	BNP	28	33,10
6	BNP	28	34,80
7	BNP	28	33,67
8	BNP	28	33,67
9	BNP	28	35,56
10	BNP	28	35,56
11	BNP	28	35,56
12	BNP	28	35,56
13	BNP	28	33,10
14	BNP	28	34,80
15	BNP	28	32,26
Rata-rata			34,55

Dari hasil pengujian tersebut terdapat beberapa hal menarik yang dapat diketahui. Salah satunya adalah adanya peningkatan kekuatan beton (walaupun hanya sedikit) pada sampel BNS dengan waktu curing yang lebih lama. Akan tetapi, sampel BNS memperlihatkan nilai kuat tekan rata-rata yang masih dibawah kuat tekan yang direncanakan. Apabila melihat hasil pengujian material yang dilakukan, terlihat bahwa tingkat keausan agregat palu lebih unggul dibandingkan dengan agregat lokal Kaltim. Kemudian, hasil pengujian slump pada beton segar menunjukkan nilai sampel BNS yang rendah. Kedua hal tersebut dapat menjadi indikasi penyebab tidak maksimalnya kekuatan beton sampel BNS. Karena tingkat keausan agregat lokal Kaltim yang lebih tinggi mengakibatkan kekuatan beton dari agregat kasar menjadi lebih rendah dibandingkan dengan agregat palu. Selain itu, dengan absorpsi yang cukup tinggi mengakibatkan sebagian air untuk campuran terserap kedalam agregat. Hal ini tentunya mengakibatkan air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen menjadi lebih sedikit.

Oleh karena itu, mengakibatkan kekuatan beton pada sampel BNS menjadi tidak maksimal.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa perlu adanya koreksi terhadap rencana campuran beton untuk sampel dengan menggunakan material lokal. Salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan koreksi terhadap kebutuhan semen dan air. Perlu agar ditambahkan kembali proporsi semen dan air dalam campuran. Selain itu, perlu juga diperhatikan kondisi agregat lokal saat pengecoran.

Selain hasil dari sampel BNS, hal lain yang menarik untuk diperhatikan adalah hasil uji kuat tekan sampel BNP. Terlihat jelas bahwa kekuatan tekan rata-rata dari sampel BNP sangat jauh diatas sampel BNS. Hal ini wajar mengingat seperti yang dijelaskan sebelumnya agregat palu memang lebih baik secara kualitas material beton. Pertimbangan selanjutnya terletak pada harga material Palu dan kemudahan untuk mendapatkannya. Rekomendasi yang dapat diberikan kiranya adalah bahwa untuk pembuatan beton struktural diatas 25 MPa sebaiknya menggunakan agregat dari Palu. Akan tetapi, untuk pembuatan beton struktural dibawah 25 MPa direkomendasikan untuk menggunakan agregat lokal Kaltim.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan komposisi *job mix* beton dengan material lokal Kalimantan Timur yang memberikan nilai kuat tekan yang cukup tinggi. Untuk hal tersebut, maka dibuatlah rencana campuran beton berdasarkan SNI 03-2838-2002. Adapun pengujian workabilitas dilakukan berdasarkan SNI 1972:2008. Kemudian, pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI 1974:2011.

Dari hasil pengujian-pengujian tersebut terdapat beberapa hal menarik yang dapat diketahui. Dari hasil pengujian workabilitas diketahui bahwa kedua jenis sampel memiliki nilai slump yang cukup rendah. Sehingga, rekomendasi yang diberikan adalah untuk meningkatkan *fas* atau menambahkan *superplasticizer* pada campuran. Adapun untuk hasil pengujian kuat tekan beton, rekomendasi yang dapat diberikan adalah untuk pembuatan beton struktural di atas 25 MPa sebaiknya menggunakan agregat dari Palu. Akan tetapi, untuk pembuatan beton struktural di bawah 25 MPa direkomendasikan untuk menggunakan agregat lokal Kaltim.

5.2 Saran

Walaupun telah diketahui beberapa fakta menarik dari hasil penelitian ini dan telah menjawab tujuan penelitian yang ditetapkan, tetapi masih ada beberapa hal yang masih perlu diklarifikasi/diteliti lebih lanjut. Adanya perbedaan yang cukup signifikan antara hasil kuat tekan beton menggunakan material lokal Kaltim dengan material palu menjadi fokus penelitian selanjutnya. Perlu adanya penyesuaian rekomendasi rencana campuran yang telah dibuat agar hasil kuat tekan beton dengan menggunakan material lokal Kaltim dapat menyamai kekuatan beton dengan menggunakan agregat Palu. Selain itu, penelitian juga dapat dilakukan terhadap inovasi material beton seperti penambahan *supplementary cementitious materials* seperti *fly ash* dan abu sekam padi untuk meningkatkan kekuatan beton menggunakan material lokal Kaltim.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, R. 2009. Teknologi Bahan Konstruksi dan Perencanaan. Universitas Islam. IndraGiri
- Antoni, dan Nugroho, P. 2007. Teknologi Beton. CV. Andi Offset. Yogyakarta.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPEDA) Propinsi Kalimantan Timur. 2017. Standarisasi Harga dan Standarisasi Sarana dan Prasarana Kerja. Kalimantan Timur.
- Danasi, M., dan Lisantono, A. 2015. Pengaruh Penambahan Fly Ash Pada Beton Mutu Tinggi Dengan Silica Fume dan Filler Pasir Kwarsa. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2016. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya.
- Hadi, Sofwan. 2000. Studi Ukuran Butir dan Komposisi Abu Terbang PLTU Surabaya Sebagai Bahan Pengisi dan Pozolan. Institut Tekbologi. Bandung.
- Marthinus, A, P., Sumajouw, M, D, J., Reky, S., dan Winda. 2015. Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan Beton. Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Mulyono, T. 2005. Teknologi Beton. Andi Yogyakarta.
- Pertiwi, D., dan Sucoko, A. 2015. Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Pasir Kadar Lumpur Tinggi Dengan Menambahkan Fly Ash. Institut Teknologi Adhi Tama. Surabaya.
- Reza, M, R. 2016. Penganti Semen Dengan Bahan Berbasis Tempurung Kelapa Pada Campuran Beton Mutu Normal. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarmasin.
- Rusyandi, K., Mukodas, J., dan Gunawan, Y. 2012. Perencanaan Beton Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri) Dengan Penambahan Fly Ash dan Structuro. Sekolah Teknologi. Garut.
- Subakti, A., Irmawan, M., dan Piscesa, B. 2012. Teknologi Beton Dalam Perakterk I. ITS Press. Surabaya
- Standar Nasional Indonesia. 2002. Tata Cara Pembuatan Rancangan Campuran Beton Normal. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Sastraatmadja, S, A. 1994. Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung

Yanuar, K. 2010. Pemanfaatan Limbah Abu Terbang PLTU Asam-Asam Sebagai Penganti Sebagian Semen Untuk Pembuatan Beton Struktur Ditinjau Dari Efisiensi Biaya. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarmasin.