

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL ART, SAINS DAN TEKNOLOGI

GORONTALO
23 NOVEMBER

2016

INOVASI ART, SAINS DAN TEKNOLOGI BERKELANJUTAN UNTUK
KEMAJUAN PEMBANGUNAN INDONESIA



PEMERINTAH
PROVINSI GORONTALO



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO



ZTE 中兴

ZTE UNIVERSITY

JLc

PROSIDING

**SEMINAR NASIONAL ART, SAINS DAN TEKNOLOGI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
2016**

**INOVASI ART, SAINS DAN TEKNOLOGI BERKELANJUTAN UNTUK
KEMAJUAN PEMBANGUNAN INDONESIA**

**Gedung Training Centre Damhil UNG
Rabu, 23 November 2016**

Editor :

Dr. Moh. Yusuf Tuloli, ST., MT

Dr. Anton Kaharu, S.T., MT

Dr. Marike Mahmud, ST., M.Si

Arip Mulyanto, M.Kom

PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI ART, SAINS DAN TEKNOLOGI BERKELANJUTAN UNTUK KEMAJUAN PEMBANGUNAN INDONESIA

Editor : Dr. Moh. Yusuf Tuloli, ST., MT
Dr. Anton Kaharu, S.T., MT
Dr. Marike Mahmud, ST., M.Si
Arip Mulyanto, M.Kom

Edisi Pertama
Cetakan Pertama, 2016

Hak Cipta ©2016 pada penulis,

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku dalam bentuk apa pun, secara elektronis maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.



Fakultas Teknik
Universitas Negeri Gorontalo

TIM REVIEWER

- Prof. Dr. DHARSONO, M.Sn
Institut Seni Indonesia Surakarta
- Ir. RINI DHARMASTITI M.Sc, Ph.D
Universitas Gadjah Mada
- Ir. JACHRIZAL SUMABRATA, ST., MSc(Eng)., PhD.
Universitas Indonesia
- Dr. RATNA WARDANI, MT
Universitas Negeri Yogyakarta
- Dr. ISTAS PRATOMO
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- AFIFAH HARISAH, ST., MT., Ph.D
Universitas Hasanuddin Makassar
- LANTO NINGRAYATI AMALI, Ph.D
Universitas Negeri Gorontalo
- Ir. WAHAB MUSA, M.T, Ph.D
Universitas Negeri Gorontalo
- Dr. MOHAMMAD YUSUF TULOLI, S.T., M.T.
Universitas Negeri Gorontalo
- WRASTAWA RIDWAN, ST., MT
Universitas Negeri Gorontalo
- IDHAM HALID LAHAY, ST., M.Sc
Universitas Negeri Gorontalo
- HASDIANA SALEH, S.Pd., M.Sn
Universitas Negeri Gorontalo

DAFTAR ISI

Halaman Judul
Susunan Panitia
Kata Pengantar
Daftar Isi

v
vi
v
vi

SIPIL DAN PERENCANAAN

TINJAUAN EKOLOGIS BANGUNAN TRADISIONAL GORONTALO: DULOHUPA DAN BANTAYO POBO' IDE <i>Abdi Gunawan Djafar, Ernawati</i>	1-8
FORMULASI KEBIJAKAN PENGELOLAAN SAMPAH KOTA DI TERNATE <i>Antonius Frederik Raffel</i>	9-24
MODEL KECELAKAAN LALU LINTAS BECAK BERMOTOR (BENTOR) DI KOTA GORONTALO <i>Anton Kaharu, Satar Saman, Mohamad Faisal Dunggio</i>	25-34
POTENSI BATA RINGAN FOAM MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH FLY ASH, KAPUR DAN ADDITIF ADMIXTURE SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KONSTRUKSI DINDING <i>Arif Supriyatno, Aryati Alitu</i>	35-40
ANALISA NERACA AIR PEMUKAAN DAS BIYONGA DI KABUPATEN GORONTALO <i>Aryati Alitu</i>	41-50
ESTIMATION UNIAXIAL COMPRESSIVE STRENGTH (UCS) OF SAMPLE SILTSTONE BY USING SCHMIDT REBOUND HAMMER (SCH) VALUE THROUGH FINDINGS EMPIRICAL FORMULA <i>Bambang Heriyadi, Ardhymanto Am Tanjung</i>	51-58
ANALISIS TEKNIS KUALITAS SHOTCRETE SEBAGAI PENYANGGA TEROWONGAN DI LOKASI DFW SELATAN CIGUHA UTAMA L 500 TAMBANG EMAS PONGKOR PT. ANTAM TBK UBPE PONGKOR BOGOR, JAWA BARAT <i>Bambang Heriyadi, Sondra Fetronal</i>	59-66
DESAIN PRINSIP PADA JALUR KOMERSIAL DI KAWASAN KOTA TUA, KOTA GORONTALO <i>Elvie Fatmawati Mokodongan, Vertia Ramli Tallei</i>	67-74
KAJIAN MATERIAL TIMBUNAN TANGGUL SUNGAI RANDANGAN KABUPATEN POHUWATO <i>Fadly Achmad</i>	75-80
KAJIAN LABORATORIUM DURABILITAS CAMPURAN ASPAL PANAS MENGGUNAKAN ADDITIVE WETFIX-BE <i>Frice L. Deseti, Harry P. Rifley, D</i>	81-96
ANALISIS PERILAKU DAN KESTABILAN LERENG ALAM DI KABUPATEN BONE BOLANGO, PROVINSI GORONTALO <i>Indriati Martha Patuti, Ahmad Rifa'i, Kabul Banah Suryolelono</i>	97-104
PENATAAN PERMUKIMAN NELAYAN DI KAWASAN TEPI DANAU LIMBOTO DESA TABUMELA KECAMATAN TILANGO DENGAN PENDEKATAN KONSEP WATERFRONT CITY <i>Lydia Surijani Tamara, Ernawati</i>	105-112

ANALISA NERACA AIR PEMUKAAN DAS BIYONGA DI KABUPATEN GORONTALO

Aryati Alitn

ABSTRAK

Kajian neraca air DAS Biyonga dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi dan domestik di Kabupaten Gorontalo. Ketersediaan air sungai dihitung berdasarkan debit andalan 80% (Q_80) yang didapat dari AWLR Kayu Bulan 1992-1998 dan 2007-2013. Debit ini dijadikan dasar dalam menentukan ketersediaan air dalam DAS Biyonga. Hasil analisis menunjukkan bahwa tersedia debit maksimum $1,213 \text{ m}^3/\text{det}$ terjadi pada bulan Januari, dan debit minimum $0,117 \text{ m}^3/\text{det}$ terjadi pada bulan Oktober. Besarnya kebutuhan air maksimum sebesar $1,076 \text{ m}^3/\text{det}$. Kebutuhan air meliputi: kebutuhan air domestic dan irigasi yang dibatasi pada Kecamatan yang masuk di dalam DAS, sedangkan analisis ketersediaan air meliputi analisis ketersediaan air hujan dan air permukaan. Hasil dari analisis neraca air DAS Biyonga pada tahun 2016 banyak mengalami deficit air artinya tingkat penggunaan air sudah termasuk dalam kondisi kritis, untuk itu perlu adanya pengaturan air secara profesional yang dilengkapi dengan pedoman alokasi air masing-masing sector pengguna.

Kata kunci : kebutuhan air, ketersediaan air, neraca air

1. PENGANTAR

Potensi sumber daya air di DAS Biyonga Kabupaten Gorontalo perlu dikelola dengan baik karena kebutuhan air yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan bertambahnya sektor yang harus dilayani seperti pertanian, perikanan dan industri. Disisi lain ketersediaan air jumlahnya relative tetap, bahkan cenderung semakin berkurang karena menurunnya kondisi dan daya dukung lingkungan yang pada akhirnya dapat menyebabkan ketidak seimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air. Hal ini apabila tidak diantisipasi maka dikhawatirkan akan dapat menimbulkan ketegangan dan malahan konflik akibat terjadinya benturan kepentingan manakala permintaan (*demand*) tidak lagi seimbang dengan ketersediaan sumber daya air untuk pemenuhannya (*supply*). Mengingat pengelolaan sumber daya air merupakan masalah yang kompleks dan melibatkan semua pihak baik sebagai pengguna, pemanfaat maupun pengelola, tidak dapat dihindari perlunya upaya bersama untuk mulai mempergunakan pendekatan *one river basin, one plan, and one integrated management*.

Perubahan perilaku hidrologi dan perubahan tata guna lahan telah menyebabkan perubahan pola ketersediaan air yang ditandai dengan fenomena banjir di beberapa kawasan pada musim hujan, dan kekeringan di musim kemarau. Sehubungan dengan itu perlu adanya upaya pengaturan kembali pengelolaan dan pengembangan sumber daya air secara terpadu dengan memperhitungkan berbagai kemungkinan perubahan di masa yang akan datang.

Studi ini diharapkan dapat diketahui sejauh mana pengelolaan potensi air dalam rangka memenuhi kebutuhan air irigasi dan domestic penduduk di sekitar DAS Biyonga Kabupaten Gorontalo.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Sri Harto Br., 2000, dalam siklus hidrologi terdapat hubungan antara masukan air total dengan keluaran air total yang dapat terjadi pada suatu Daerah Aliran Sungai, hubungan itu umumnya disebut dengan neraca air.

Konsep neraca air pada dasarnya menunjukkan keseimbangan antara jumlah air yang masuk dan yang keluar dari sistem (sub sistem) tertentu. Secara umum persamaan neraca air dirumuskan :

$$I = O \pm \Delta S$$

dengan:

I = masukan (*inflow*)

O = keluaran (*outflow*)

ΔS = Perubahan Tampungan (*change of storage*)

1. Ketersediaan Air

Ketersediaan air hujan yang dimaksud adalah volume air hujan rata-rata tahunan yang dihitung guna mengetahui berapa volume air rata-rata tahunan yang diterima sistem hidrologi pada Daerah Aliran Sungai. Ketersediaan air dapat diperkirakan dengan cara sebagai berikut:

a. Debit andalan berdasar data debit

Prosedur analisis debit andalan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan data. Apabila terdapat data debit dalam jangka waktu yang cukup panjang, maka analisis ketersediaan air dapat dilakukan dengan melakukan analisis frekuensi terhadap data debit tersebut. Untuk mendapatkan ketersediaan air di suatu stasiun diperlukan debit aliran yang bersifat periodik (time series), misalnya data debit harian sepanjang tahun selama beberapa tahun.

b. Penurunan Data Debit Berdasarkan Data Hujan

Apabila data debit tidak tersedia analisis ketersediaan air dapat dilakukan dengan menggunakan model regresi. Di suatu Daerah Aliran Sungai pada umumnya data hujan tersedia dalam jangka waktu yang sama, sedangkan data debit adalah pendek. Untuk itu dibuat hubungan antara data debit dengan data hujan dalam periode waktu yang sama, selanjutnya berdasarkan hubungan tersebut dibangkitkan data debit berdasarkan data hujan yang tersedia, dengan demikian akan diperoleh data debit dalam periode waktu yang sama dengan data hujan. Ada beberapa metode untuk mendapatkan hubungan antara data debit dan data hujan, diantaranya adalah model regresi, metode Mock dan sebagainya (Triatmodjo, B., 2008).

2. Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang tersedia sepanjang tahun dengan besarnya resiko kegagalan tertentu yang dipakai untuk keperluan diantaranya (seperti irigasi, air minum, PLTA dan lain-lain) sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Jika ditetapkan debit andalan sebesar 80% berarti akan dihadapi resiko adanya debit-debit yang lebih kecil dari debit andalan sebesar 20% pengamatan (Anonim, 1986).

Dalam perencanaan proyek-proyek penyediaan air, terlebih dahulu harus dicari debit andalan (*discharge*), yang tujuannya adalah untuk menentukan debit perencanaan yang diharapkan selalu tersedia di sungai (Soemarto, 1987). Dalam menentukan besarnya debit andalan dengan peluang digunakan probabilitas Metode Weibull, dengan rumus :

$$P_{80} = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

dengan :

- P = Curah hujan yang terjadi dengan tingkat kepercayaan 80%
m = Nomor unit (ranking)
n = Jumlah data

Dari data pencatatan debit harian selanjutnya dibuat ringkasan data debit rata-rata bulanan. Evaluasi data sesuai data yang tersedia dilakukan di stasiun pengamatan sesuai lokasi pekerjaan.
Menurut pengamatan besarnya keandalan yang diambil untuk penyelesaian optimum penggunaan air beberapa macam proyek adalah sebagai berikut (Soemarto, 1987), seperti tersaji pada Tabel 1:

Tabel 1. Besarnya Keandalan Debit untuk Berbagai Keperluan

Kebutuhan	Debit Andalan (%)
Air Minum	99
Air Irigasi	95 - 98
Air Linggi	70 - 85
- Daerah berlidah setengah lembab	80 - 95
- Daerah berlidah kering	85 - 90
Pembangkit Listrik Terogenik Air	
Sumber : Soemarto, 1987	

3. Kebutuhan Air

b. Kebutuhan Air Irrigasi (Q_{irrig})

Kebutuhan air irrigasi sebagian besar dicukupi dari air permukaan. Kebutuhan air irrigasi dipengaruhi berbagai faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman, pola tanam, pasokan air yang diberikan, luas daerah irrigasi, efisiensi irrigasi, penggunaan kembali air drainase untuk irrigasi, sistem pengirigan, jadwal tanam dan lain-lain. Kebutuhan air irrigasi dihitung berdasarkan Pedoman Perencanaan Irrigasi KP01 (Ditjen Sumber Daya Air, 1985), dengan menggunakan data areal tanam, jadwal tanam, evapotranspirasi acuan, hujan efektif, jenis tanah, dan efisiensi saluran irrigasi. Hasil perhitungan kebutuhan air irrigasi ini selanjutnya dibandingkan dengan data pengambilan air untuk irrigasi dan bendung-bendung yang datanya tersedia.

c. Kebutuhan Air Domestik ($Q_{domestik}$)

Kebutuhan air domestik kerap kali disebut juga dengan nama air baku jika air tersebut belum diolah, dan air bersih atau air minum jika air telah diolah dengan menggunakan Instalasi Pengolah Air. Kebutuhan ini sangat penting untuk selalu dipenuhi, sebab kegagalan pemenuhan kebutuhan air rumah tangga dan perkotaan dapat memicu wabah penyakit dan keresahan masyarakat. Besarnya kebutuhan air ini bergantung pada jumlah penduduk, pola konsumsi yang sejalan dengan naiknya tingkat kesejahteraan, serta ukuran besarnya kota, atau desa yang dapat diasumsikan bergantung pada jumlah penduduk. Salah satu kriteria yang dapat digunakan tergambar pada Tabel 2 berikut, yang dapat digunakan untuk memberi gambaran umum kebutuhan air rumah-tangga dan perkotaan.

Tabel 2 Standar Kebutuhan Air Penduduk

Kategori	Jumlah Penduduk (orang)	Standar Kebutuhan Air (Liter/hari)
Kota Metropolitan	> 1 000 000	170
Kota Besar	500 000 – 1 000 000	150
Kota Sedang	100 000 – 500 000	130
Kota Kecil	20 000 – 100 000	110
Desa	< 20 000	100

Sumber Ditjen Pengairan, 2004

c. Kebutuhan Air Peternakan dan Perikanan

Kebutuhan air peternakan dan perikanan dihitung berdasarkan jumlah ternak dan luas kolam ikan, dan menggunakan indeks kebutuhan air dari studi FIDEP (Ditjen Pengairan, 1992), atau metode lain yang lebih akurat.

Kebutuhan air rata-rata untuk ternak ditentukan dengan mengacu pada hasil penelitian dari FIDEP yang di muat dalam *Technical Report National Water Resources Policy* tahun 1992. Menurut FIDEP (Ditjen Pengairan, 1992) dalam *Technical Report National Water Resources Policy* tahun 1992, secara umum kebutuhan air untuk ternak dapat diperkirakan dengan cara mengalikan jumlah ternak dengan tingkat kebutuhan airnya berdasarkan Tabel 3 atau persamaan berikut ini:

dengan

$$Q_E = (q_{(1)} \times P_{(1)} + q_{(2)} \times P_{(2)} + q_{(3)} \times P_{(3)})$$

- QE = kebutuhan air untuk ternak, (lit/hari).
q(1) = kebutuhan air untuk sapi, kerbau, dan kuda, (lit/ekor/hari) kebutuhan air untuk kambing, dan domba, (lit/ekor/hari) kebutuhan air untuk unggas, (lit/ekor/hari)
P(1) = jumlah sapi, kerbau, dan kuda, (ekor) jumlah kambing, dan domba, (ekor) jumlah unggas, (ekor)

Tabel 3. Kebutuhan Air untuk Ternak

Jenis Ternak	Kebutuhan air (lt/ekor/hari)
Sapi berkandungan	4
Kerbeng/domba	5
Babi	6
Unggas	0

Sumber: Technical Report National Water Resources Policy, 1992

d. Kebutuhan Air Industri (Q_{ind})

Dalam wilayah yang tidak diperoleh data penggunaan lahan industri, kebutuhan air industri ditentukan mengikuti persamaan linear. Standar yang digunakan adalah dari Direktorat Teknik Penyehatan Dinas Kesehatan dan Kesejahteraan Rakyat (DKPR) dengan menggunakan kurva DPL yaitu kebutuhan air untuk industri diambil sekitar 10% dari konsumsi air domestik (Tambunan, 2008).

e. Aliran Pemeliharaan

Aliran pemeliharaan adalah aliran debit air yang dibutuhkan untuk tetap berada dan mengalir di sungai selama musim kemarau atau selama debit minimum akibat faktor lain, dengan tujuan untuk mempertahankan keseimbangan hidup pada sungai bersangkutan, baik itu flora maupun fauna, termasuk pengembangan ekosistem sungai dilakukan dari hulu ke hilir. Peraturan Pemerintah no 38 tahun 2011 tentang sungai pasal 25 ayat (2) disebutkan bahwa pengembangan ekosistem sungai dilakukan dari hulu ke hilir. Perlindungan aliran pemeliharaan sungai dilakukan dengan mengendalikan ketersediaan debit andalan 95%. Apabila tidak tercapai pengelola harus mengendalikan debit hulu.

f. Kebutuhan Air Total (Q_{tot})

Kebutuhan air total dapat diperoleh dengan menjumlahkan kebutuhan air dari berbagai peruntukan

$$Q_{total} = Q_{dom} + Q_{irrig} + Q_{ptrnk} + Q_{prkn} + Q_{industri}$$

dengan

- Q_{total} = Kebutuhan air total
- Q_{dom} = Kebutuhan air domestic
- Q_{irrig} = Kebutuhan air irigasi
- Q_{ptrnk} = Kebutuhan air peternakan
- Q_{prkn} = Kebutuhan air untuk perikanan
- $Q_{industri}$ = Kebutuhan air untuk industri

3. METODE PENELITIAN

Langkah kegiatan penelitian dimulai dengan melakukan survei dan observasi serta pengumpulan data yang diperlukan pada lokasi penelitian, data debit dan AWLR serta data sosial ekonomi, kependudukan di kawasan yang masuk dalam DAS Bonyong. Analisis data diawali dengan perhitungan ketersediaan air dengan teknik AWLR, setelah didapatkan data ketersediaan air bulanan pada tahun tertentu dilanjutkan dengan menentukan debit andalan (Q_{BD}) dipadikan sebagai dasar dalam penentuan ketersediaan air dan merupakan jumlah air yang tersedia di DAS Bonyong.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

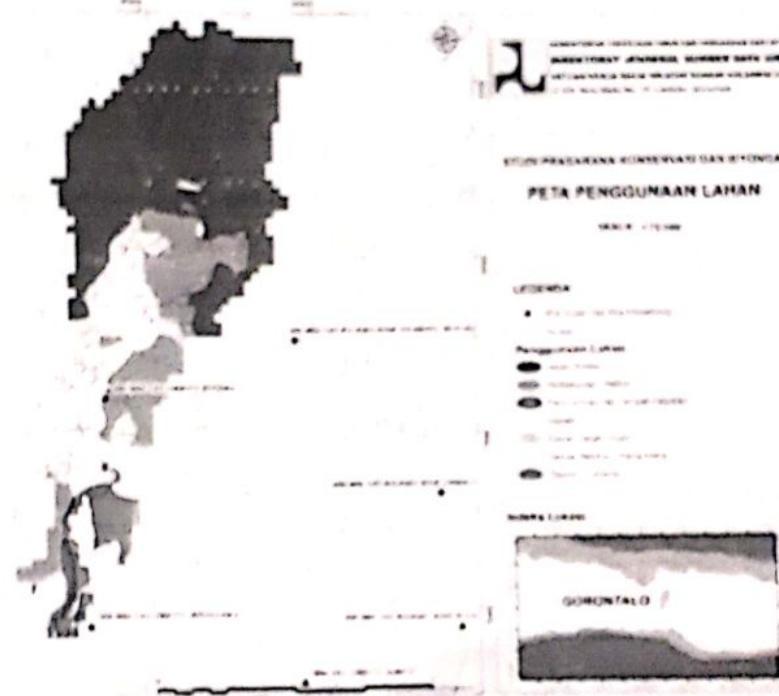
1. Deskripsi Lahan Penelitian

DAS Bonyong secara administrasi terletak dalam Kabupaten Gorontalo. Bonyong merupakan Sub DAS terdapat dalam DAS Limboto-Lambo. DAS Bonyong = 68,8 Km². Di Sungai Bonyong terdapat Posisi Bonyong. Letaknya Bonyong mengalir dari Gunung Lokulou dengan ketinggian + 1.282 m di permukaan laut mengalir ke arah selatan dan bermuara di Danau Limboto. Panjang Sungai Bonyong = 1 Km². Berikut Gambar 1 berasal DAS Bonyong.

Kabupaten Gorontalo secara geografis merupakan salah satu Kabupaten yang terletak ditengah Provinsi Gorontalo, berada pada $0^{\circ}30' - 0^{\circ}54'$ Lintang Utara dan $122^{\circ}07' - 123^{\circ}44'$ Bujur Timur, dengan batas-batas wilayah Kabupaten Gorontalo meliputi

Sebelah Utara	Kabupaten Gorontalo Utara
Sebelah Selatan	Teluk Tomini
Sebelah Timur	Kabupaten Bone Bolango
Sebelah Barat	Kabupaten Boalemo

Kabupaten Gorontalo memiliki 19 Kecamatan (Kecamatan Bilato dan Dungallo dimekarkan tahun 2013), 205 Kelurahan/ Desa, 685 dusun. Luas wilayah Kabupaten Gorontalo $2.124,60 \text{ km}^2$ dengan jumlah penduduk sebanyak 385.333 jiwa.



Gambar 1 Batas DAS Biyonga

2. Analisis Ketersediaan air

Ketersediaan air pada studi ini dibatasi pada ketersediaan air permukaan saja, hal ini disebabkan oleh sulitnya memperoleh data air tanah yang konsisten dan akurat untuk semua cekungan air tanah dalam DAS atau Wilayah Sungai, dan hal ini juga sejalan dengan kebijakan pengelolaan sumber daya air yang mengutamakan penggunaan air permukaan terlebih dahulu.

Dalam DAS Biyonga ada tiga node yang berpotensi memberikan informasi ketersediaan air Sungai Biyonga, yaitu Bendung Polohungo, Bendung Huludupitango dan pos duga air otomatis AWLR Kayu Bulan. Dalam penelitian ini digunakan AWLR Kayu untuk analisis ketersediaan air Sungai Biyonga, pos atau stasiun pengamatan duga air ini bermotor 4 04 00 05, dengan luas daerah tangkapan $68,8 \text{ Km}^2$. Ketersediaan data debit harian yang tersedia pada periode 1995 - 1998 (sumber Pusair) dan periode 2007 - 2014 (sumber BWS Sul II).

Ketersediaan air dihitung berdasarkan debit tahun basah atau debit andalan bulanan rata-rata (*median*), debit tahun normal atau debit andalan 80% dan yang terakhir dengan debit tahun kering yaitu debit andalan 95%. Tabel 4 memperlihatkan ketersediaan debit tahun basah (Q_{90}), normal (Q_{50}) dan kering (Q_{10}) AWLR Kayu - Bulan dalam satuan m^3/det .

Tabel 4. Ketersediaan Debit Tahun Basah, Normal dan Kering AWLR Kayu - Bulan (m³/det)

2. Analisis Penggunaan Air

Kebutuhan air dibatasi hanya pada kebutuhan air untuk rumah-tangga, perkotaan dan industri (RKI), dan aliran pemeliharaan sungai. Kebutuhan air untuk rumah-tangga, perkotaan dan industri (RKI) tidak ada pengambilan tersendiri langsung dari sungai, maka kebutuhan air untuk semua hal ini dipenuhi PDAM.

Informasi tentang adanya kebutuhan air lainnya seperti perikanan darat, peternakan dan perkebunan menggunakan air baku dan Sungai Briyonga tidak ditemukan, begitu juga dengan data sekunder mengenai kebutuhan ini kesulitan dikumpulkan data yang konsisten untuk seluruh kecamatan/kabupaten/kota karena kebutuhan air perikanan darat, peternakan dan perkebunan untuk hal ini tidak dimasukkan

a. Kebutuhan Air PDAM Kabupaten Lamongan

PDAM Kabupaten Limboto memiliki 2 instalasi pengolahan air yaitu; Instalasi Pengolahan Air (IPA) Biyonga terdiri dari IPA Biyonga 1 dan IPA Biyonga 2 dengan kapasitas (Q) masing-masing 150 liter/detik/km³ dan 1 unit @ 60 liter/detik/unit. Area pelayanan khusus untuk IPA Biyonga 1 di Biyonga 1 mendekatkan ke unit Limboto dan unit Telaga dengan jumlah 4 192 pelanggan serupa hasil produksi IPA Biyonga 1 dan IPA Biyonga 2 berhasil didistribusikan ke pelanggan di Kecamatan Limboto dan Telaga berdasarkan sifat dibutuhkan.

b. Kebutuhan Air Dicatat Itu

Klasifikasi Bendung Huludupitango semi teknis, dan type mercu bendung tetap, dengan lebar mercu 15 m. Terdapat dua pintu intake, yaitu pintu intake kanan mengairi DI Huludupitango Kanan seluas 439 ha, dan pintu intake DI Huludupitango Kiri seluas 246 ha.

Jaringan irigasi DI Huludupitango dikembangkan pada tahun 1974. Luas potensi sawah dalam DI Huludupitango 1.150 ha, dan luas yang sudah berfungsi 685 ha. Pola tanam di DI Huludupitango adalah padi-padi, dengan jenis padi berumur pendek, yaitu 3 bulan, dengan dua musim tanam MT1 dan MT2, intensitas tanam DI Huludupitango hanya berkisar 100 -150%.

Berdasarkan Surat Keputusan Bersama antara Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) Nomor : 010/DPP-SDA/02-AIR/032/V/2015 Tentang Jadwal Hambur Tanam, Musim Tanam Gadu (MT2) 2015 Tingkat Kecamatan Limboto yaitu jadwal tanam dimulai tanggal 05 April sampai dengan 05 Mei untuk wilayah kecamatan Limboto. Sedangkan musim tanam Rendeng (MT1) dimulai tanggal 15 Oktober sampai dengan 15 November 2015. Tabel 5 memperlihatkan rencana global pola tanam 2014-2015 DI Huludupitango.

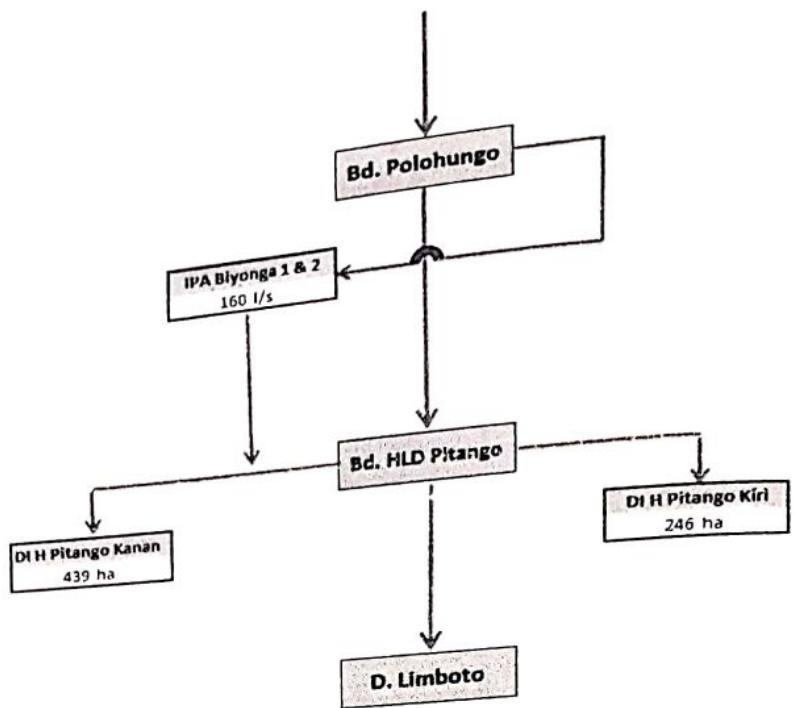
Tabel 5. Rencana Global Pola Tanam 2014-2015 DI Huludupitango

RENCANA GLOBAL POLA TANAM 2014-2015														
DI HULUDUPITANGO														
Ranting Dinas 02 Limboto														
Kabupaten Gorontalo														
Aliran	HULUDUPITANGO													
Rawa	1150 Ha													
Fungsi	685 Ha													
	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dz	Jan	Feb
Kebutuhan Air	1.25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pemasukan	0.75													
Tanam	0.3													
Pemasakan	0.25													
Pengeluaran	0.25													
Tanam	1	0												

Perhitungan kebutuhan air irigasi untuk DI Huludupitango Kanan (439 ha) maupun DI Huludupitango Kiri (246 ha) menggunakan data besar kebutuhan irigasi kenyataan yang digunakan selama ini di lapangan. Besaran kebutuhan air irigasi untuk masa pengolahan tanah 1,25 lt/det/ha, masa pertumbuhan 0,75 lt/det/ha dan masa pemasakan 0,25 lt/det/ha. Hasil hitung kebutuhan irigasi DI Huludupitango dapat dilihat pada Tabel 6.

3. Neraca air

Neraca air antara ketersediaan dan kebutuhan air dihitung per lokasi pengambilan/pemanfaatan dapat dilihat pada Tabel 6. Ketersediaan air dihitung berdasarkan luas masing-masing daerah tangkapan hujan tiap node. Perhitungan kebutuhan air dihitung berdasarkan kebutuhan di masing-masing node. Neraca air dihitung berdasarkan ketersediaan dan kebutuhan di masing-masing node. Gambar 2 menunjukkan skema system DAS Biyonga, dan Gambar 3 menyajikan neraca air total di muara DAS Biyonga.

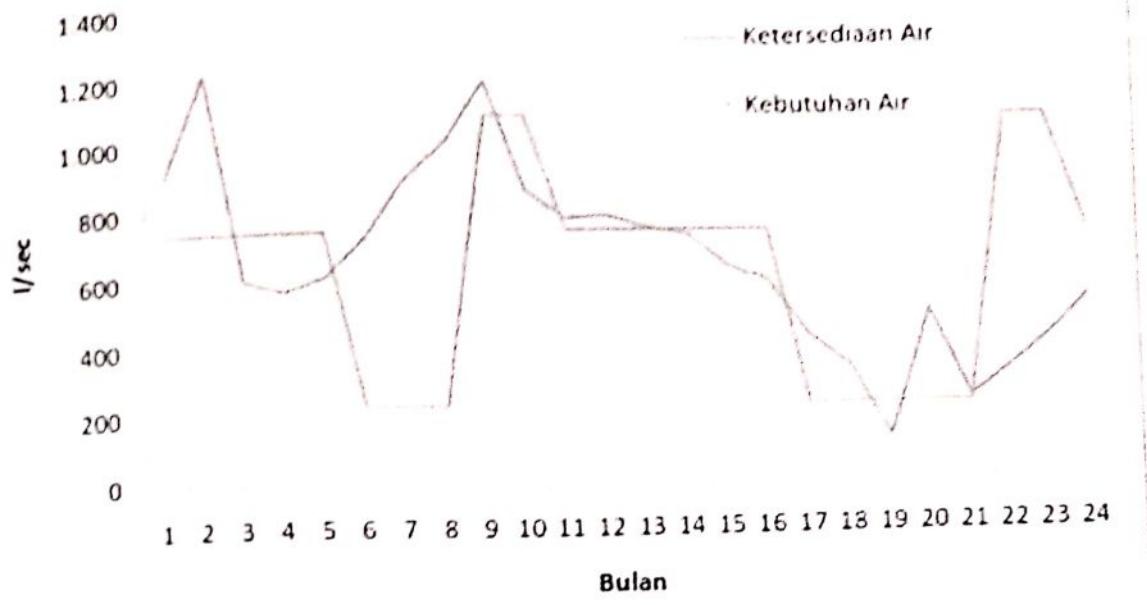


Gambar 2. Skema Sistem DAS Biyonga

Tabel 6. Neraca Air di DAS Biyonga

Salin	Jan-1	Jan-2	Feb-1	Feb-2	Mar-1	Mar-2	Apr-1	Apr-2	Mei-1	Mei-2	Jun-1	Jun-2	Jul-1	Jul-2	Aug-1	Aug-2	Sep-1	Sep-2	Okt-1	Okt-2	Nov-1	Nov-2	
Ketersediaan Air (mm/t)	99	123	92	50	38	73	83	95	113	82	77	74	720	626	501	419	332	117	81	34	13		
Kebutuhan PD&U																							
Bd. Pitango	29	105	20	10	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Nomor Indx Bd. Pitango	68	99	32	31	38	40	68	76	91	62	50	57	511	500	406	361	199	112	-10	21	14	11	
Kategori Nama	Surplus	Defisit	Surplus	Surplus	Surplus																		
Kebutuhan DI. H. Pendamping	95	14																					
Surplus	0,75	0,75	0,75	0,75	0,00	0,00	0,00	1,35	1,15	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I. H. Pendamping Tersisa (t)	49	19	19	19	19	19	0	0	0	59	59	39	39	39	39	39	39	39	0	0	0	0	
I. H. Pendamping Tersisa (%)	96	14	14	16	16	16	0	0	0	308	308	165	165	165	165	165	165	165	0	0	0	0	
Nomor Indx Bd. Pendamping	102	40	-14	-13	-13	40	68	76	104	-24	36	4	7	-13	-103	-13	199	112	-10	21	14	11	
Kategori Nama	Surplus	Surplus	Defisit	Defisit	Defisit	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Defisit	Surplus	Surplus	Surplus	Defisit	Defisit	Defisit	Surplus	Surplus	Defisit	Surplus	Surplus	Defisit	
Ketersediaan	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Kebutuhan Total			74	74	74	74	74	20	20	20	1,0%	1,0%	74	74	74	74	74	20	20	1,0%	74	74	
Nomor Indx Total			01	40	-14	-13	-13	40	68	76	104	-24	36	4	7	-13	-103	-13	199	112	-10	21	14
Kategori			Surplus	Surplus	Defisit	Defisit	Defisit	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Defisit	Surplus	Surplus	Surplus	Defisit	Defisit	Surplus	Surplus	Defisit	Surplus	Surplus	

Neraca Air Total DAS Biyonga



Gambar 3. Neraca Air di Muara Biyonga

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil analisis hidrologi terhadap DAS Biyonga dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Kebutuhan air maksimum terjadi pada bulan Mei dan November-2 serta Desember -1 sebesar 1.076 liter/detik.
- Ketersediaan air dari AWLR dengan debit andalan 80% adalah sebagai berikut:
 - Debit maksimum 1.213 liter/dt, yang terjadi pada bulan Januari-2,
 - Debit minimum 117 liter³/dt yang terjadi pada bulan Oktober-1
- Keseimbangan air (*water balance*) yang dicapai untuk memenuhi kebutuhan air adalah sebagai berikut:
 - Defisit air pada bulan Februari, Maret-1, Mei-2, Juli-2, Agustus, Oktober-1, Nov-2 dan Desember.
 - Kelebihan Air (*surplus*) pada bulan Januari, Maret-1, April, Mei-1, Juni, Juli-1, September, Oktober-2 dan November 1.

Saran

- Membuat bangunan-bangunan penampung air seperti Bendungan/Embung terutama pada daerah bagian hilir.
- Melakukan reboisasi dan konservasi didaerah bagian hulu (daerah penyangga) dengan menanam pohon untuk meningkatkan kuantitas debit mata air.
- Meningkatkan pelaksanaan pengaturan air secara lebih professional yang dilengkapi dengan pedoman alokasi air masing-masing sektor pengguna.
- Melaksanakan role sharing pengelolaan sumber daya air secara formal dan tegas sehingga pengelolaan sumber daya air dapat terpadu bagi seluruh stakeholders terkait. Keterpaduan meliputi daerah hulu dengan daerah hilir, kuantitas dengan kualitas air, air hujan-air permukaan dan air tanah, land use dengan water use, antar sektor, antar kelompok pengguna dan antar daerah.
- Direkomendasikan juga untuk DAS yang kekurangan air dapat memanfaatkan air dari DAS yang kelebihan air, dengan memperhatikan hak guna air dari masyarakat setempat serta mendapat izin dari Pemerintah/Pemda sesuai dengan kewenangannya.

POTENSI BATA RINGAN FOAM MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH FLY ASH, KAPUR DAN ADDITIF ADMIXTURE SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KONSTRUKSI DINDING

Arif Supriyadi¹, Akyati Arini²

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo

ABSTRAK

Bata beton ringan foam (*Foamed Lightweight concrete block*) adalah salah satu jenis material dinding yang cukup unggul dibandingkan jenis material dinding lainnya lebih ringan dan lebih cepat pemasangan sehingga cocok untuk dipakai didaerah rawan gempa dan bangunan bertingkat. Proses produksi baik komposisi maupun kecepatan produksi merupakan hal penting pada bata beton ringan foam tipe CLC (*Celular Lightweight Concrete*). Pada Penelitian ini bahan yang digunakan adalah campuran semen dan pasir atau bahan mortar campuran 1:2 yang dikembangkan dengan foam dengan bahan tambah Fly Ash dan kapur serta penggunaan bahan tambah kimia (*additif admixture*) untuk peningkatan mutu dan percepatan produksi. Penelitian ini menunjukkan pemakaian Fly Ash dan kapur dapat meningkatkan kuat tekan dan memurunkan berat dan dicapai komposisi optimum 6,46% Fly ash dan 3,23% kapur dengan kuat tekan 3,37Mpa dan berat volume 0,98 gr/cm³. Berdasarkan SNI 03-03-40-1989 benda uji masuk pada kelas 3 dan masuk kelas C berdasarkan SKBI 4-4-55-1989. Penggunaan bahan tambah kimia (*additif admixture*) sebesar 1ltr/m³ pada campuran 6,46% fly ash, 3,23% kapur dan 125% *foam* mempercepat proses produksi dengan tercapainya kuat tekan pada umur 6hari sebesar 2,5 Mpa atau 71% terhadap kuat tekan umur 28hari sebesar 3,39Mpa dan pembukaan cetakan dapat dilakukan setelah 5jam atau lebih cepat 15 jam terhadap tanpa penggunaan additif 20jam. Produk ini dapat dijadikan sebagai bahan konstruksi alternatif yang terbuat dari bahan lokal di Gorontalo yang dapat diproduksi dengan modal yang terjangkau oleh industri kecil atau industri rumah tangga.

Kata Kunci : *additif admixture, bata beton ringan, fly ash, kapur*.

1. PENDAHULUAN

Provinsi Gorontalo sebagai daerah yang masih muda dan terus membangun membutuhkan bahan baku konstruksi yang cukup banyak namun sejumlah bahan konstruksi tetapnya berbahan dasar beton ringan masih kurang dan kebanyakan disuplai dari daerah atau provinsi lain sehingga Industri kecil dan menengah sangat penting dalam pembangunan Daerah untuk bisa memproduksi secara mandiri kebutuhan bahan konstruksi tersebut sendiri tanpa harus tergantung dari daerah lain salain bahan beton ringan. Bahan bangunan untuk konstruksi dinding, elemen nonstruktural dan semi struktural semakin mudah berkembang serta dengan adanya inovasi teknologi beton ringan berpori (Aerated Concrete). Teknologi ini merupakan salah satu terobosan dalam menghadapi tantangan kebutuhan dasar konstruksi yang mendorong percepatan pembangunan. Bangunan Gedung yang semakin meningkat dan dituntutnya kecepatan pelaksanaan konstruksi maka membutuhkan efek meningkatnya kebutuhan akan bahan bangunan konstruksi yang bermuat dan cepat dalam pelaksanaan sehingga mempermudah pelaksanaan / kontraktor untuk mempercepat pelaksanaan pembangunan. Dinding, elemen nonstruktural dan semi struktural dapat dipenuhi dengan bahan bangunan tipe beton ringan berpori (Aerated Concrete), dengan adanya jenis bahan bangunan beton ini maka sehingga material mutu bersih salai mutu, adanya pengganti bahan beton (batu tanah liat) menjadi *foam concrete*, maupun dinding panel beton beton ke beton ringan berpori *foam concrete*. Beton buatan menggunakan bahan yang relatif cukup berat, dengan berat volume berkisar 2400 kg/m³ sedangkan bahan beton ringan menggunakan berat berkisar 600kg/m³ - 1900 kg/m³. Kelebihan penggunaan bata beton ringan atau panel beton ringan adalah untuk mengurangi beban dinding itu sendiri yang dikalikan dengan sebagian bahan mutu pada perhitungan struktural. Kelebihan pada bangunan bertingkat banyak juga karena ukuran yang cukup besar dan ringan maka pelaksanaan menjadi lebih cepat apalagi yang seluruh bahan dinding akan lebih cepat lagi. Ada dua metode untuk membuat beton ringan, pertama yaitu membentuk dengan menggunakan agregat ringan dengan berat jenis yang kecil, dinamakan beton agregat ringan. Kedua yaitu membuat pori yang luas dalam massa mortar, yaitu dengan menambahkan kandungan udara

kedalamnya. Beton ringan berpori dikenal ada 2 jenis Autoclaved Aerated Concrete (AAC) dan Lightweight Concrete (CLC). Baik AAC maupun CLC, dibuat dengan bahan utama semen, agregat halus, air. Keduanya memakai prinsip yang hampir sama, yaitu menambahkan gelembung-gelembung dalam campuran beton, sehingga volume beton mengembang dan bersifat lebih perforated dari pada beton biasa. Otomatis bobotnya akan jauh lebih ringan dari pada beton biasa, bahkan bisa mengapung di air. Pada teknologi AAC digunakan aluminium pasta sebagai pengembang, dan pengerasan dilakukan di dalam bahan. Sedangkan berTekanan dan bersuhu tinggi. Proses ini biasa diterapkan pada industri skala besar. Sedangkan menggunakan foam agent yang dicampurkan dengan mixer pada adukan beton untuk membuat bubble di dalam adukan beton. Untuk lebih meningkatkan peran usaha kecil dan menengah di penelitian ini lebih menekankan kejenis beton CLC. Jenis beton ini dipilih karena dapat diterapkan pada industri kecil dan menengah sehingga bisa diproduksi oleh masyarakat ekonomi kecil dan menengah. Penelitian ini merupakan pengujian eksperimen untuk menjadi salah satu alternatif lapangan usaha baru. Penelitian ini merupakan pengujian eksperimen untuk mengetahui komposisi campuran beton ringan dan bahan tambah kimia (admixture) yang diperlukan untuk meningkatkan kuat tekan dan mempercepat proses pencetakan beton ringan. Hasil pengujian kuat tekan dan tingkat kecepatan pengerasan beton ringan akan dianalisis dan salah satu alternatif dalam pemilihan dan percepatan produksi bata beton ringan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Bata Beton Ringan *foam*

Beberapa penelitian beton *foam* seperti dari Kausal Kishore (2007), Husin, A dan Setiadi, I. S. perbandingan komposisi 1 semen : 2 agregat halus adalah perbandingan komposisi berat material yang sering digunakan untuk beton *foam*. Meski berbasis beton, namun beton *foam* memiliki berat volume ringan dibanding material beton konvensional, batu bata, dan batako. Bata beton ringan *foam* lebih mudah digunakan sebagai elemen non struktural, seperti dinding pada bangunan bertingkat, maka beban yang dihasilkan oleh elemen struktural dapat mengurangi massa total struktur yang menyebabkan beban menjadi lebih kecil sehingga desain akan menjadi lebih ringan. *Foam agent* berfungsi sebagai bahan pembentuk busa yang sangat kuat sehingga tidak mudah pecah dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran adonan.

Kuat Tekan Bata

Tabel 1. Syarat-syarat fisis bata beton SNI 03-0349-1989

Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata berlubang		
		I	II	III	IV	I	II	III
Kuat tekan bruto rata-rata min.	kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35
Kuat tekan bruto masing-masing benda uji min.	kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30

Selain persyaratan bata beton untuk pasangan dinding SNI 03-0349-1989, digunakan pula spesifikasi bangunan bagian A (bahan bangunan bukan logam) SKBI 4-4-55-1989. Berdasarkan pemakaian, bata cerah dibagi dalam tiga kelas, yaitu :

- 1 Kelas A untuk pemakaian di luar atau pada bagian luar bangunan, baik yang memikul beban maupun yang tidak memikul beban. Kuat tekan minimum rata-rata 125 kg/cm².
- 2 Kelas B untuk pemakaian di dalam atau pada bagian dalam bangunan yang memikul beban. Kuat tekan minimum rata-rata 85 kg/cm².
- 3 Kelas C untuk pemakaian di dalam atau pada bagian dalam bangunan yang tidak memikul beban. Kuat tekan minimum rata-rata 35 kg/cm².

Benda uji dibuat dengan ukuran 10 cm x 20 cm x 60 cm dan nilai kuat tekan bata didapatkan dari pengujian uji tekan beton dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban atas benda uji sampai hancur.

Penggunaan Kapur dan Fly Ash

Menurut Leslie (2013) penggunaan kapur pada bata beton ringan dapat menghasilkan bata beton ringan lebih ringan karena kapur akan bereaksi dengan *foam agent* untuk membentuk gelembung-gelembung Hidrogen, namun kuat tekan bata beton ringan tersebut menurun sekitar 13% sampai 18% dibandingkan tidak menggunakan kapur dan bata beton ringan yang dihasilkan lebih ringan 14,29% - 25%.

Hasil penelitian Yulis Cahya Reni, Rum Hastuti dan Adi Darmawan (2008) menyatakan bahwa kapur yang terhidrasi menghasilkan Ca(OH)_2 akan mengakibatkan volume kapur bebas yang lebih besar, sehingga dapat menyebabkan pengembangan volume pada saat pengikatan (*setting time*) yang pada akhirnya mengakibatkan keretakan dan kerusakan pasta semen dan beton yang sudah mengeras. Selain itu, kehadiran Ca(OH)_2 dapat menimbulkan juga pelemahan daya lekat pada unsur-unsur pengisi beton.

Menurut Husin, A dan Setiadji, R (2008) komposisi campuran 1 bagian semen : 2 bagian agregat (75% fly ash, 25% pasir) dengan jumlah *foam* yang digunakan 0,8% dan 1,6% dapat memenuhi syarat untuk pemakaian di luar atau pada bagian luar bangunan, baik yang memiliki beban maupun yang tidak memiliki beban dimana kuat tekannya lebih besar dari 125 kg/cm^2 .

3. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran semen dan pasir atau beton mortar dengan perbandingan 1 semen : 2 pasir yang dikembangkan dengan formi, sebagian pasir diganti dengan Fly Ash dan kapur serta penggunaan bahan tambah kimia (*additive admixture*) untuk peningkatan mutu dan percepatan produksi. Lokasi Penelitian di Pabrik Batako, Jalan Jeruk, Kelurahan Dungingi, Kecamatan Kota Utara, Kota Gorontalo dan Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo.

Tabel 2. Perbandingan campuran material yang akan dibuat

Perbandingan	Semen	Pasir	Fly Ash	Kapur	Foam(%)
(1PC:2Ps)	1,0	2,0	-	-	50;75;100;125;150
(1PC:2Ps) + 0,1Ka	1,0	2,0	-	0,1	50;75;100;125;150
(1PC:1,9Ps:0,1FA) + 0,1Ka	1,0	1,9	0,1	0,1	50;75;100;125;150
(1PC:1,8Ps:0,2FA) + 0,1Ka	1,0	1,8	0,2	0,1	50;75;100;125;150

Tabel 3. campuran mortar IPC:2Pasir untuk volume maksimal $1,2 \text{ m}^3$ (foam 0% - 150%)

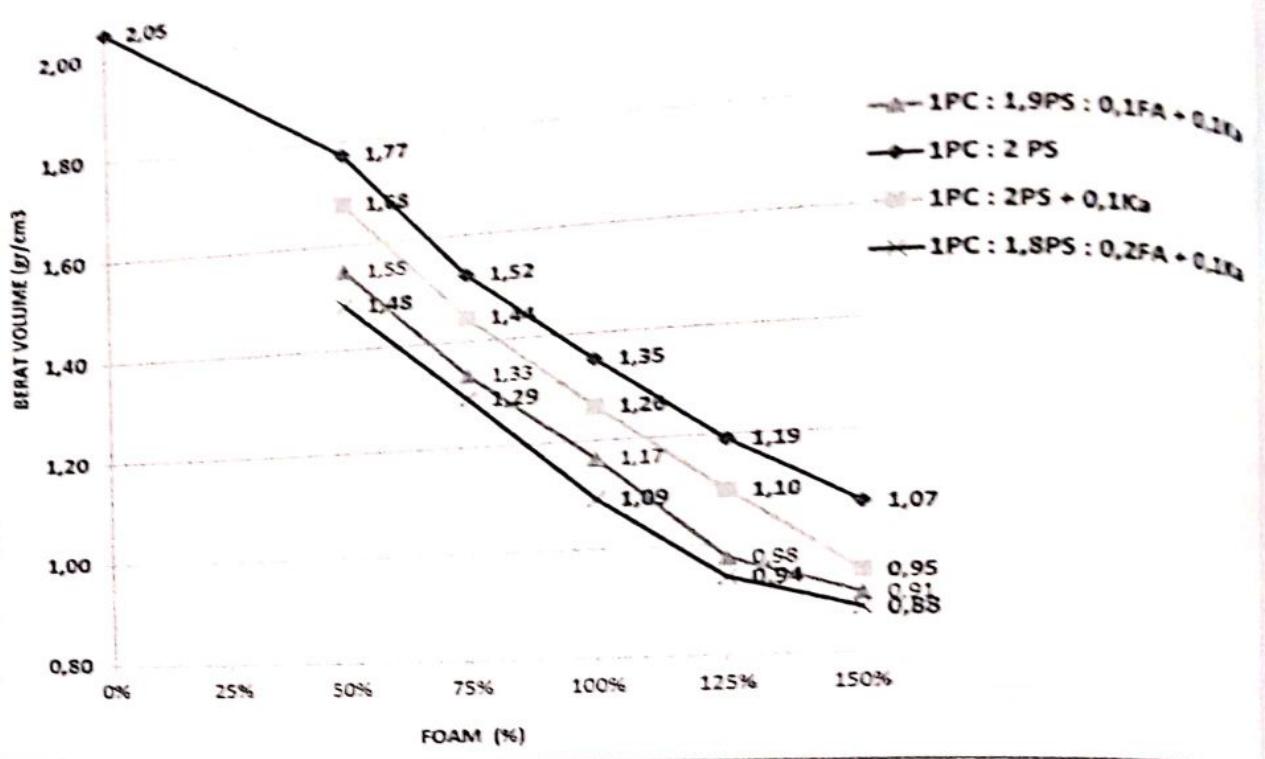
Perbandingan	Material				Total
	Semen	Pasir	Fly Ash	Kapur	
Berat (Kg)	350	700	-	-	1050
Berat volume (kg/m ³)	1506	1580			
Volume (m ³)	0,232	0,443	-	-	0,675

Hasil pengujian kuat tekan dan berat volume yang optimal dipilih dan dilakukan penambahan Additif sebesar 0 ltr/m³, 0,25 ltr/m³, 0,5 ltr/m³, 1 ltr/m³ dan 1,5 ltr/m³ untuk mengetahui pengaruh additif terhadap kuat tekan dan lama waktu produksi berdasarkan kecepatan pembukaan cetakan tanpa mengalami kerusakan pada hasil cetakan.

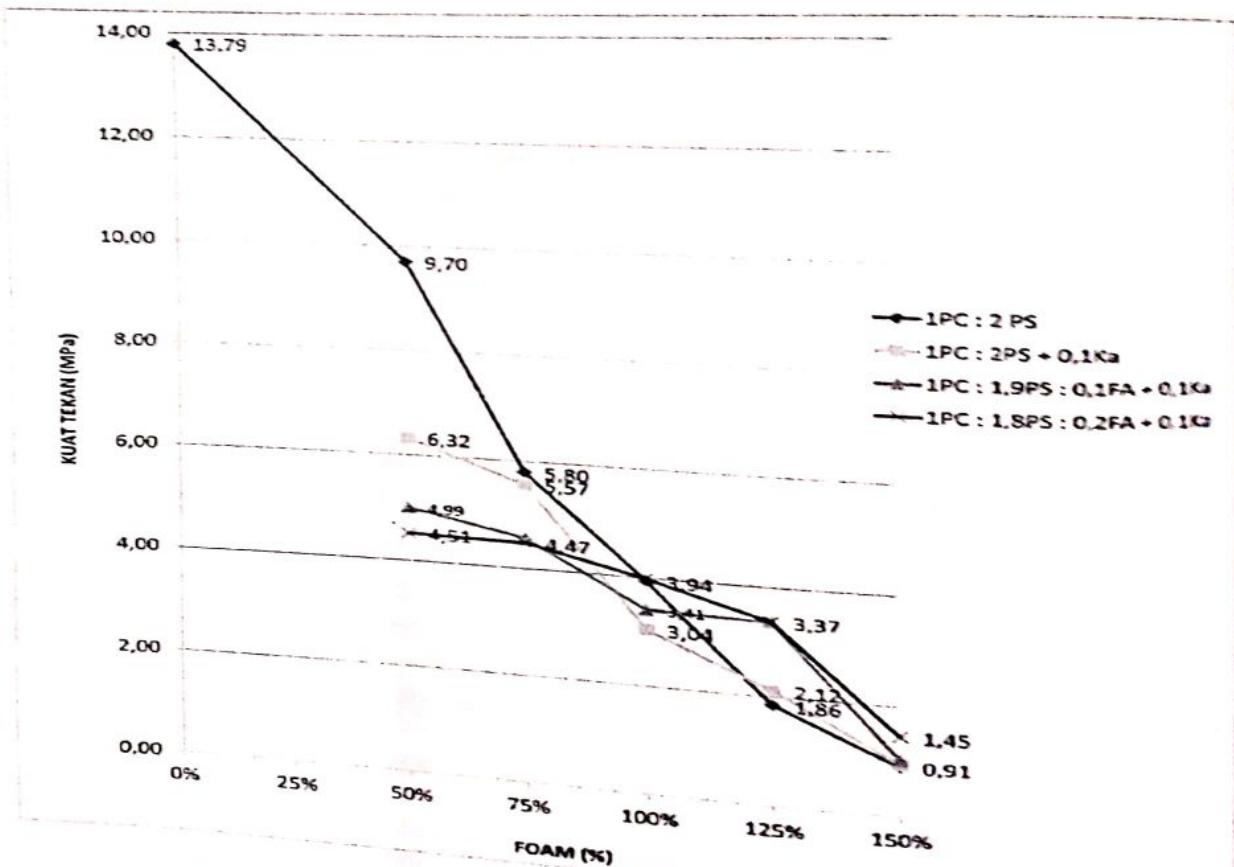
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat Volume dan Kuat Tekan akibat Abu batubara, kapur dan *Foam*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat volume mortar normal campuran 1 semen : 2 Pasir sebesar $2,05 \text{ gr/cm}^3$, penggantian sebagian agregat halus atau pasir dengan Abu batubara dan kapur menurunkan berat volume sebesar 5% s/d 16 % sedangkan penambahan Foam 50% menurunkan berat volume sebesar 13,7% s/d 27,8%, penambahan foam 75% menurunkan 25,9% s/d 37%, penambahan foam 100% menurun 34% s/d 46,8% penambahan Foam 125% menurunkan 42% s/d 54,1% dan penambahan Foam 150% menurunkan 47,7% s/d 57%. secara keseluruhan pengaruh penambahan foam menurunkan berat volume secara stabil hal tersebut dapat ditunjukkan di gambar 1.



Gambar 1. Grafik pengaruh abu batubara, kapur dan *foam* terhadap berat volume bahan



Gambar 2. Grafik pengaruh Abu batubara, kapur dan *foam* terhadap kuat tekan beton

Gambar 2 menunjukkan pengaruh penambahan Abu batubara, kapur dan foam menurunkan kuat tekan beton dengan menurunnya berat volume. Penambahan fly ash abu batubara mampu menekan laju penurunan kuat tekan hal ini terlihat pada gambar grafik dimana untuk campuran dengan bertambahnya fly ash abu batubara penurunan kuat tekan lebih kecil. Jika digabungkan dengan gambar 1 maka komposisi paling optimal untuk berat yang paling ringan dan mutu beton masih masuk standar dicapai oleh komposisi IPC : 1,9PS : 0,1FA + 0,1Ka pada penambahan foam 125% dimana menghasilkan berat volume 0,94 g/cm^3 dan kuat tekan 13,79 MPa.

Mpa hasil tersebut memenuhi standar SNI 03-0349-1989 dalam kelas 3 dan memenuhi standar SKBI 4.4.55.1989 dalam Kelas C

Pengaruh Penambahan Additif terhadap kuat tekan dan lama produksi

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan berat volume maka dipilih campuran yang stabil dan optimal adalah pada campuran dengan kadar foam 125% dan 6,45% Fly Ash + 3,23% Kapur dimana dihasilkan berat volume 0,94 g/cm³ dan kuat tekan 3,37 Mpa. campuran tersebut dilakukan penambahan Additif sebesar 0 ltr/m³, 0,25 ltr/m³, 0,5 ltr/m³, 1 ltr/m³ dan 1,5 ltr/m³ disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4 Hasil uji Penambahan Additif pada komposisi 1PC : 1,8PS : 0,2 FA + 0,1Ka, foam 125% terhadap kuat tekan dan lama produksi

Penambahan Additif (L/m ³)	Berat Volume (gr/cm ³)	Kuat Tekan (MPa)		Lama Waktu pembukaan cetakan (Jam)
		Umur 6 hari	Umur 28 hari	
0	0.967	1.667	3.139	20jam
0.25	0.963	1.833	3.194	8jam
0.5	0.973	2.000	3.278	6jam
1	0.984	2.500	3.389	5jam
1.5	0.978	2.500	3.306	5jam

Berdasarkan hasil diatas penambahan bahan additif menaikkan kuat tekan tetapi tidak begitu signifikan tetapi untuk proses produksi mempercepat lama waktu pembukaan cetakan sehingga bisa mempercepat proses produksi selama 12 jam hal ini dikarenakan bahan additif mempercepat proses pengikatan awal. pemakaian additif 0,25 Ltr/m³ mempercepat waktu sebesar 12jam dan pemakaian 1ltr/m³ 15jam jadi bisa dipilih pemakaian additif yang optimal adalah 1Ltr/m³. Kuat tekan pada umur 6hari sebesar 2,5 Mpa atau 73% terhadap kuat tekan umur 28 hari sebesar 3,39 Mpa

Hasil Uji Penyerapan Air

Hasil uji penyerapan air dalam tabel 5 menunjukkan bahwa bata beton ringan *foam* memenuhi syarat batas penyerapan air maksimum yaitu 35%. Penambahan kapur dan *fly ash* menyebabkan absorpsi yang lebih tinggi dibandingkan bata tanpa kapur dan *fly ash*.

Tabel 5 Hasil uji penyerapan air pada bata beton ringan *foam*

	foam 150%	foam 125%	foam 100%	foam 75%	foam 50%
(1PC:2Ps)	11,50%	9,55%	7,45%	6,82%	5,25%
(1PC:2Ps) + 0,1Ka	12,31%	10,07%	9,32%	7,16%	6,86%
(1PC:1,9Ps:0,1FA) + 0,1Ka	15,42%	14,82%	11,88%	7,53%	8,62%
(1PC:1,8Ps:0,2FA) + 0,1Ka	18,06%	16,58%	14,56%	14,24%	13,76%

Sumber : Hasil Pengujian

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Campuran yang optimal dan stabil dicapai pada campuran foam 125% dengan berat volume yang rendah dan memenuhi persyaratan diperoleh pada campuran dengan penambahan 3,23% fly ash dan 3,23% kapur dan pemakaian *foam* 125%, dengan nilai kuat tekan 3,37 MPa dan berat volume 0,98 gr/cm³. Benda uji masuk pada kelas 3 berdasarkan SNI 03-0349-1989 dan masuk kelas C berdasarkan SKBI 4-4-55-1989.
- Bata beton ringan *foam* memenuhi syarat batas penyerapan air maksimum pada SNI 03-0349-1989.

- c. Penambahan bahan additif menaikkan kuat tekan tetapi tidak begitu signifikan tetapi untuk proses produksi 15 lebih cepat berdasarkan waktu pembukaan cetakan hal ini dikarenakan bahan additif mempercepat proses pengikatan awal. pemakaian additif 0,25 Ltr/m³ mempercepat waktu sebesar 12jam dan pemakaian 1ltr/m³ 15jam jadi bisa dipilih pemakaian additif yang optimal adalah 1Ltr/m³. Kuat tekan pada umur 6jam sebesar 2,5 Mpa atau 73% terhadap kuat tekan umur 28hari sebesar 3,39Mpa.

Saran

- a. Bata ringan berpori jenis CLC dengan pemakaian agregat halus menghasilkan berat volume dibawah 1 gr/cm³ pada foam diantara 100% dan 125% sudah cukup ringan namun untuk jenis bata ringan sekelang masih tergolong berat sehingga perlu dicariakan jenis agregat halus yang lain yang lebih ringan namun mempunyai daya ikat dan kuat tekan yang sama atau lebih tinggi.
- b. Penambahan Additif cukup efektif untuk mempercepat proses produksi namun proses pengerasan curing masih cukup lama karena dilakukan secara alami untuk mendapatkan kuat tekan yang ditemui sehingga perlu penelitian lebih lanjut dengan alternatif lain seperti pengempaan atau Autocleaf.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 1314-03b, (2003), *Standard Test Methods of Masonry Prisms*, West Conshohocken, Pennsylvania SNI 03-0349-1989 (1989), *Bata Beton untuk Pasangan Dinding*, BSN, Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- SNI 06-6867 (2002), *Spesifikasi abu terbang dan pozolan lainnya untuk digunakan dengan kapur*, Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- SNI 03-1974 (1990), *Metode Pengujian Kuat Tkan Beton*, BSN, Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- SNI 03-4804 (1998), *Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat*, BSN, Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- SNI 03-1970 (1990), *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*, BSN, Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- SNI 03-1968 (1990), *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*, BSN, Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- SKB14-4-55-1989 (1989), *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Hardjito, D., 2001, *Abu Terbang Solusi Pencemaran Semen*, Sinar Harapan, Jakarta.
- Husin, A dan Setiadji, R. 2008. *Pengaruh Penambahan Foam Agent Terhadap Kualitas Bata Beton*, Litbang Permukiman, Bandung.
- Kaushal Kishore, 2007, *Foamed Cellular Light Weight Concrete*, Uttarakhand.
- Leslie, 2013, *Pengaruh Penggunaan Bahan Tambahan (Accelerator Admixture), Kapur dan Pengaruhnya pada Pembuatan Bata Beton Ringan Sebagai Alternatif Pengganti Bata Merah*, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Neville, A.,M. and Brooks, J.,J. 2003. *Concrete Technology*, John Wiley & Sons, New York.
- Rachman, Abdul dkk. (2008) : Pembuatan Bata Beton Ringan untuk diterapkan di IKM Bahan Bangunan. Balai Besar Keramik, Bandung.
- Reni, Hastuti, Darmawan, 2008. *Kajian Pengaruh Penambahan Kalsium Oksida (CaO) Terhadap Sifat Fisik dan Kuat Tkan Semen Portland*, Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sony, Prima, 2007. *Pengaruh Penambahan Kadar Kapur terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Beton Aerated*, Proses autoclave, Perpustakaan Universitas Indonesia, Jakarta.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*, Nafitri. Yogyakarta.
- Wikipedia, 2012 "Bata Ringan".