



JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

1. **PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BAN BEKAS TERHADAP PARAMETER MARSHALL BETON ASPAL AC-BC**
(Fadhilatul Aula, Miswar, Ibrahim)
2. **EVALUASI ANGGARAN BIAYA DAN METODE PELAKSANAAN JALAN TINGKEM BARO-KUALA CEURAPE KABUPATEN BIREUEN**
(Fatina Arwa, Munardy, Ismail)
3. **KARAKTERISTIK TANAH EKSPANSIF YANG DISTABILISASIKAN DENGAN BAHAN TAMBAH GEOPOLIMER METAKAOLIN**
(Geubrina Rayyan Putri, Andrian Kaifan, Hanif)
4. **PENGARUH PENGGUNAAN NILAI FINE MODULUS AGREGAT HALUS DAN VOLUME FOAM TERHADAP KUAT TEKAN BETON RINGAN**
(Ghaitsa Zahira Sabila, Syamsul Bahri, Khairul Miswar)
5. **KARAKTERISTIK PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI (ASP) SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN LASTON ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE (AC-BC)**
(Miftahul Jannah, Sulaiman Ar, Teuku Riyadhshyah)
6. **ANALISIS KETERLAMBATAN PROYEK PENINGKATAN STRUKTUR JALAN BINTANG HU-BUKET HAGU SEKSI I LHOKSUKON (METODE FAULT TREE ANALYSIS)**
(Muhammad Rafli Zulmy, Zulfikar A Makam, Abdul Muhyi)
7. **ANALISIS KERUSAKAN JALAN DAN PENANGANAN DENGAN METODE BINA MARGA (STUDI KASUS: JALAN SIMPANG KKA STA 42+000 S/D 44+000)**
(Muhammad Sandi Syahputra, Gustina Fitri, Abdullah Irwansyah)
8. **STUDI STABILISASI URUGAN PILIHAN MENGGUNAKAN FLY ASH UNTUK LAPIS PONDASI JALAN**
(Putri Balqis, Mulizar, Fauzi A Gani)
9. **RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN SDN PANGGOI-PAYA BILI KOTA LHOKSEUMAWA**
(Suheimi, Bakhtiar A, Iponsyahputra bin Amiruddin)
10. **PENGARUH PENAMBAHAN POFA DENGAN TANAH LEMPUNG UNTUK MENINGKATKAN DAYA DUKUNG TANAH BERDASARKAN NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO**
(Yulia Zahara, Gusrizal, Muhammad Reza)

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Penasehat

Direktur Politeknik Negeri Lhokseumawe

Penanggung Jawab

Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Lhokseumawe

Ketua Redaksi

Muhammad Reza, M.Eng.

Sekretaris Redaksi

Erna Yusnianti, S.Si., M.Si.

Dewan Editor:

Dr. Ir. Mochammad Afifuddin, M.Eng.	(Universitas Syiah Kuala)
Dr. Ir. Samsul Bahri, M.Si.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Ir. Munardy, M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Muliadi, S.T., M.T.	(Universitas Negeri Malikussaleh)
Syarwan, S.T., M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Yulius Rief Alkhaly, S.T., M.Eng.	(Universitas Negeri Malikussaleh)

Penyunting Pelaksana

Dr. Ibrahim, S.T., M.T.

Pelaksana Tata Usaha

Hasanuddin, A.Md.

Penerbit

Politeknik Negeri Lhokseumawe

Alamat:

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh–Medan Km 280,3 Buketrata
Lhokseumawe 24301 P.O. Box 90
Website: sipil.pnl.ac.id, email: pjj@pnl.ac.id

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

DAFTAR ISI

Dewan Redaksi.....	i
Daftar Isi	ii
Pengantar Redaksi	iii
1. PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BAN BEKAS TERHADAP PARAMETER MARSHALL BETON ASPAL AC-BC (Fadhilatul Aula, Miswar, Ibrahim)	1-8
2. EVALUASI ANGGARAN BIAYA DAN METODE PELAKSANAAN JALAN TINGKEM BARO-KUALA CEURAPE KABUPATEN BIREUEN (Fatina Arwa, Munardy, Ismail)	9-15
3. KARAKTERISTIK TANAH EKSPANSIF YANG DISTABILISASIKAN DENGAN BAHAN TAMBAH GEOPOLIMER METAKAOLIN (Geubrina Rayyan Putri, Andrian Kaifan, Hanif).....	16-21
4. PENGARUH PENGGUNAAN NILAI FINE MODULUS AGREGAT HALUS DAN VOLUME FOAM TERHADAP KUAT TEKAN BETON RINGAN (Ghaisa Zahira Sabila, Syamsul Bahri, Khairul Miswar).....	22-27
5. KARAKTERISTIK PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI (ASP) SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN LASTON ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE (AC-BC) (Miftahul Jannah, Sulaiman Ar, Teuku Riyadhshyah).....	28-34
6. ANALISIS KETERLAMBATAN PROYEK PENINGKATAN STRUKTUR JALAN BINTANG HUBUKET HAGU SEKSI I LHOKSUKON (METODE FAULT TREE ANALYSIS) (Muhammad Rafli Zulmy, Zulfikar A Makam, Abdul Muhyi).....	35-42
7. ANALISIS KERUSAKAN JALAN DAN PENANGANAN DENGAN METODE BINA MARGA (STUDI KASUS: JALAN SIMPANG KKA STA 42+000 S/D 44+000) (Muhammad Sandi Syahputra, Gustina Fitri, Abdullah Irwansyah).....	43-50
8. STUDI STABILISASI URUGAN PILIHAN MENGGUNAKAN FLY ASH UNTUK LAPIS PONDASI JALAN (Putri Balqis, Mulizar, Fauzi A Gani).....	51-56
9. RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN SDN PANGGOI-PAYA BILI KOTA LHOKSEUMAWE (Suheimi, Bakhtiar A, Iponsyahputra bin Amiruddin).....	57-60
10. PENGARUH PENAMBAHAN POFA DENGAN TANAH LEMPUNG UNTUK MENINGKATKAN DAYA DUKUNG TANAH BERDASARKAN NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (Yulia Zahara, Gusrizal, Muhammad Reza).....	61-67
Petunjuk Penulisan Artikel Ilmiah	68

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

PENGANTAR REDAKSI

Assalamualaikum wr wb.

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Jurnal Sipil Sains Terapan Volume 07 Nomor 02 Edisi September 2024 dapat diterbitkan. Jurnal Sipil Sains Terapan ini merupakan jurnal hasil Skripsi dari Mahasiswa Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Jurnal Sipil Sains Terapan ini terbit secara berkala dengan frekuensi terbitan sebanyak 2 (dua) kali dalam setahun. Pada Volume 07 Nomor 02 Edisi September 2024 ini terdapat 10 (sepuluh) artikel. Artikel-artikel yang tergabung di dalam Jurnal Sipil Sains Terapan ini meninjau dari sisi teknik maupun manajemen dalam perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penerbitan Jurnal Sipil Sains Terapan ini. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan terhadap Jurnal Sipil Sains Terapan pada edisi-edisi yang berikutnya untuk memperkaya keilmuan terkait perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi

PENGARUH PENGGUNAAN BUTIRAN AGREGAT HALUS DAN VOLUME FOAM TERHADAP KUAT TEKAN BETON BUSA

Ghaisa Zahira Sabila¹, Syamsul Bahri², Khairul Miswar³

¹Mahasiswa, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: ghaitsazahira59@gmail.com

²Dosen, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: syamsul_bahri@pnl.ac.id

³Dosen, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: khairul@pnl.ac.id

ABSTRAK

Beton ringan merupakan beton yang memiliki agregat ringan atau campuran agregat halus dan pasir alam dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³. Dari beberapa tahun telah terjadi perkembangan pada beton busa (*foam concrete*), suatu pasta semen yang didefinisikan sebagai beton dengan kekuatan 400 - 1.850 kg/m³. Pada penelitian ini menggunakan berbagai butiran pasir dengan ukuran 4,75 ml, 2,36 ml dan 1,18 ml dengan *density* 800 kg/m³, 1000 kg/m³, dan 1200 kg/m³. Tujuan penelitian untuk mengetahui besaran pengaruh perubahan butiran agregat halus dan *volume foam* pada agregat halus terhadap kuat tekan beton ringan. Penelitian ini menggunakan *Metode Experimental* dengan metode *mix desain foam concrete* yang digunakan adalah *Metode Absolute* mengacu pada standar ASTM C.29 dan SNI. Hasil Penelitian ini pada pasir ukuran 4,75 ml memiliki presentase kenaikan nilai kuat tekan beton busa yang tertinggi pada tiap *density*, yaitu sebesar 1,50% pada *density* 800 Kg/m³, 2,08% pada *density* 1000 Kg/m³, dan 1,34% pada *density* 1200 Kg/m³. Pada *density* 1200 Kg/m³ memiliki jumlah busa yang paling rendah sehingga memiliki presentase kenaikan nilai kuat tekan beton busa yang stabil, yaitu sebesar 1,06% pada pasir lolos saringan 1,18 ml, 1,28% pada pasir lolos saringan 2,36 ml, dan 1,34% pada pasir lolos saringan 4,75 ml.

Kata Kunci: Beton Busa, Ukuran Butiran Pasir, *Volume Foam*, *Density*.

I. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan yang populer dengan penggunaan yang banyak dan luas dikarenakan metode pembuatannya sederhana untuk mencapai kekuatan yang di rencanakan. Pada proyek kontruksi jalan raya, beton ringan juga diterapkan secara signifikan, misalnya pada orpit, sebagai pengisi celah jembatan atau sebagai pengganti tanah lunak pada *sub grade* jalan raya. Beton ringan sendiri saat ini memiliki dua jenis klasifikasi dari proses pembuatannya yaitu *Aerated Autoclave Concrete* (ACC) dan *Celluular Light Concrete* (CLC). Dari beberapa tahun telah terjadi perkembangan pada beton busa (*foam concrete*), suatu pasta semen yang didefinisikan sebagai beton dengan kekuatan 400-1.850 kg/m³, memiliki rongga udara acak yang dibuat dari campuran *foam agent* didalam mortar.

Penelitian *foam concrete* ini akan berfokus pada variasi butiran agregat halus dan *volume foam* pada beton berbuisa. Agregat halus didatangkan dari lokasi Lhoknibong. Butiran agregat halus yang akan diuji mencakup agregat halus yang memenuhi syarat dengan lolos saringan 4.75 mm, 2,36 mm, dan 1,18 mm, sementara *volume foam* akan divariasikan untuk mencapai *density* 800kg/m³, 1000kg/m³, dan 1200kg/m³ pada beton berbuisa. Penggunaan *superplatizier* menggunakan jenis *ABS Additive Foam Concrete* dan *Foaming Agent* dari merek ABS. Pemakaian semen sebesar 900 kg dengan FAS sebesar 0,45 perbandingan semen dan agregat halus sebesar 1:3 dengan metode *mix desain foam concrete* yang digunakan adalah *Metode Absolute*.

Pada penelitian ini penulis meneliti seberapa besar pengaruh perubahan butiran agregat halus terhadap kuat tekan beton dan pengaruh perubahan *foam volume* pada agregat halus

terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini bermanfaat sebagai alternatif peningkatan jalan yang tidak memiliki stabilitas dan daya dukung tanah yang baik, sebagai kepentingan dalam memastikan kualitas produk *foam concrete* yang dihasilkan, memberikan jenis bata ringan dengan variasi butiran agregat halus yang berbeda, dan memberikan jenis bata ringan dengan *volume foam* yang berbeda.

II. METODOLOGI

Metode yang digunakan adalah eksperimental, dengan menggunakan metode Absolute pada *mix desain foam concrete*. Yaitu dengan cara melakukan trial terlebih dahulu pada suatu komposisi yang di dapat. Pengujian yang dilakukan mencakup pemeriksaan sifat fisis agregat halus, analisa saringan agregat halus, pengujian kuat tekan beton *density* 800 Kg/m³, 1000 Kg/m³, 1200 Kg/m³, dan pengujian kuat tekan beton direndam selama 24 jam.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang diperoleh merupakan data pengujian sifat fisis agregat halus, analisa saringan agregat halus, kuat tekan beton *density* 800 Kg/m³, kuat tekan beton *density* 1000 Kg/m³, kuat tekan beton *density* 1200 Kg/m³, dan kuat tekan beton direndam selama 24 jam.

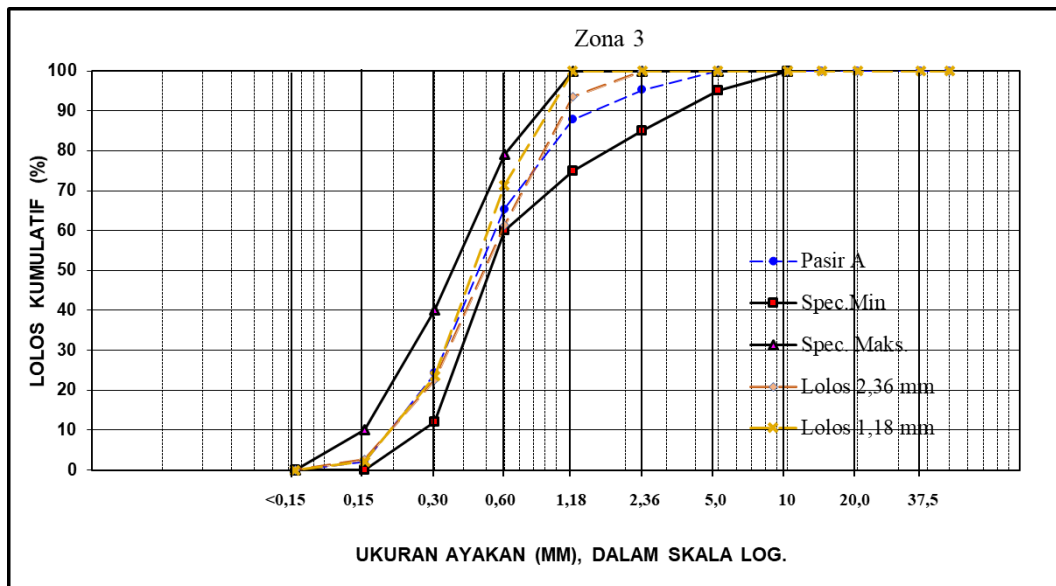
A. Hasil Pengujian Sifat Fisis Agregat Halus

Table 1. Menunjukkan hasil pengujian sifat – sifat fisis terhadap agregat halus yang memenuhi ketentuan yang disyaratkan ASTM. Hasil uji berat jenis agregat halus lolos saringan 4,75 ml didapati sebesar 2,70 Kg/m³, agregat halus lolos saringan 2,36 ml didapati 2,70 Kg/m³, dan agregat halus lolos saringan 1,18 ml didapati 2,67 Kg/m³ hingga memenuhi syarat ASTM C.29-1991 yaitu diantara 1,6 – 3,2 Kg/m³. Berat jenis agregat akan mempengaruhi proposi campuran dalam berat sebagai control (Tomahayu 2016):

Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisis agregat halus

No	Jenis Pengujian	Hasil	Hasil	Hasil	Standar ASTM	ASTM
		Analisa Pasir Lolos Saringan 1,18 mm	Analisa Pasir Lolos Saringan 2,36 mm	Analisa Pasir Lolos Saringan 4,75 mm		
1	Berat Jenis (Kg/m ³)	2,674	2,697	2,704	1,6 - 3,2	ASTM C.29-1991
2	Kadar Air (%)	1,108	1,104	0,625	Max 10%	ASTM C.566-13
3	Absorbtion (%)	4,103	2,169	2,696	Max 12%	ASTM C.128-15

Gradasi agregat halus dibagi kedalam 4 zona. Zona 1 pasir kasar, zona 2 pasir agak kasar, zona 3 pasir agak halus, dan zona 4 pasir halus. Gambar 1. Menunjukkan agregat halus termasuk kedalam zona 3 berdasarkan spesifikasi BS 882-92 yang kekasaran agregat halusnya dikategorikan pasir agak halus, dengan butiran agregat halus lolos saringan 4,75 ml FM sebesar 2,25, butiran agregat halus lolos saringan 2,36 ml FM sebesar 2,20, dan butiran agregat halus lolos saringan 1,18 ml FM sebesar 2,03.

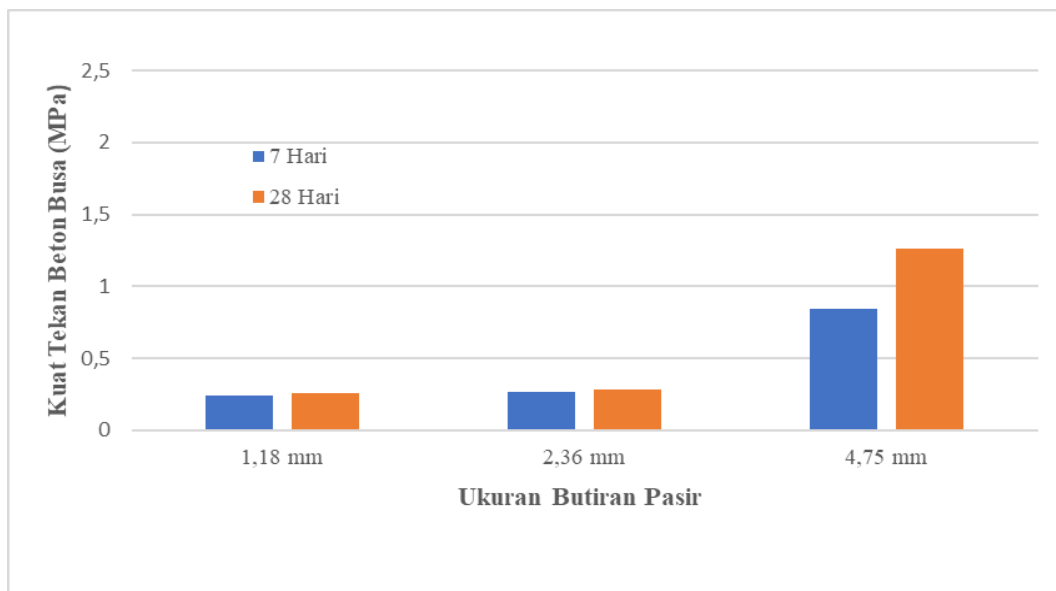


Gambar 1. Kurva gradasi agregat halus

B. Pengaruh Density Foam Concrete Terhadap Kuat Tekan Beton

1. Kuat tekan beton busa $density\ 800\ Kg/m^3$

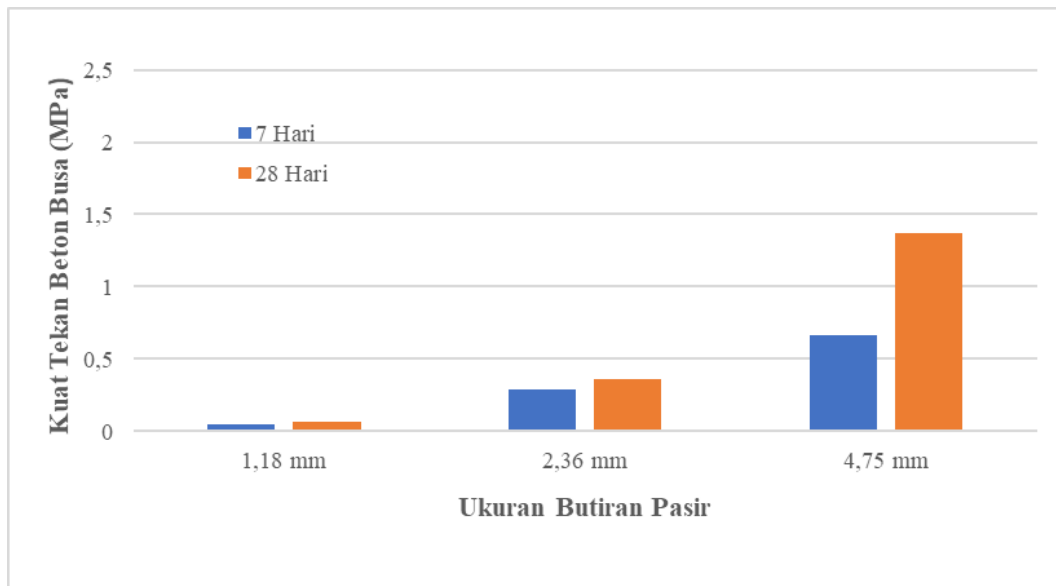
Gambar 2. Menunjukkan perbandingan kuat tekan beton busa kubus $100 \times 100 \times 100\ mm$ dengan $density\ 800\ kg/m^3$. Pada hasil perbandingan nilai kuat tekan pada $density$ ini mengalami hal yang baik dengan kenaikan nilai kuat tekan yang terjadi. Dikarenakan pasir dengan butiran paling kasar memiliki nilai kuat tekan palig besar dibandingkan dengan pasir dengan butiran yang halus. Pada beton ringan mix-3 (A_3B_1) beton ringan mengalami kenaikan sebesar 1,06% diantara beton umur 7 hari dan umur 28 hari.

Gambar 2. Kuat tekan beton $density\ 800\ Kg/m^3$

2. Kuat tekan beton $density\ 1000\ Kg/m^3$

Gambar 3. Menunjukkan perbandingan nilai kuat tekan beton dengan $density\ 1000\ Kg/m^3$ dimana ukuran beton ringan adalah $100 \times 100 \times 100\ mm$. Pada hasil nilai kuat tekan ini grafik mengalami kenaikan yang stabil dimana kenaikan pada tiap jenis kehalusan pasir di umur 28 hari malampaui nilai kuat tekan beton umur 7 hari. Presentasee nilai kuat tekan

tertinggi pada *density* ini terletak pada mix-4 (A₁B₂) yaitu sebesar 2,08% dan nilai terendah terletak pada mix-5 (A₂B₂) dengan nilai sebesar 1,23%.

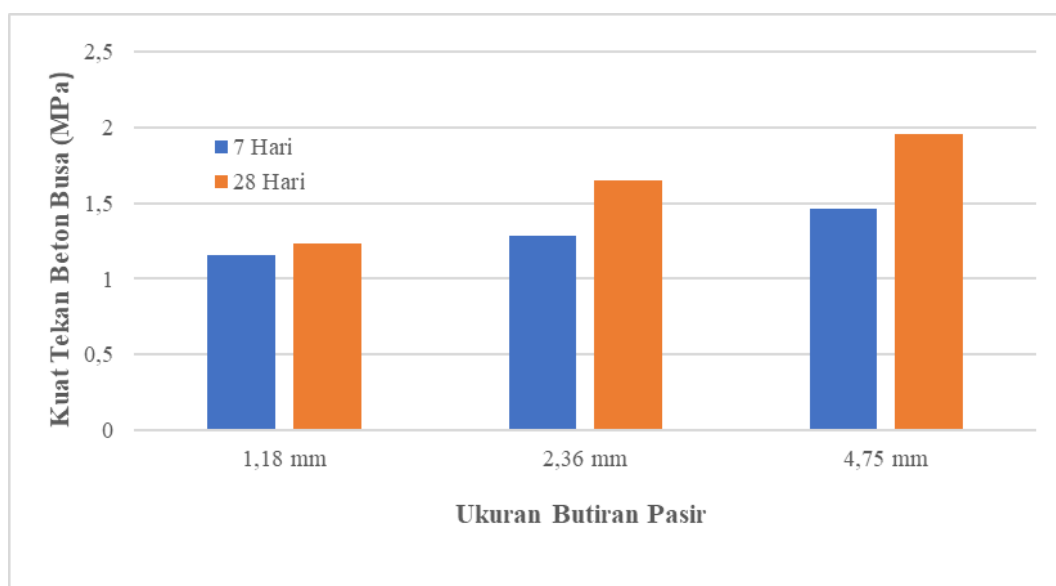


Gambar 3. Kuat tekan beton *density* 1000 Kg/m³

3. Kuat tekan beton *density* 1200 Kg/m³

Gambar 4. Menunjukkan perbandingan nilai kuat tekan beton *density* 1200 Kg/m³ pada ukuran beton yakni 100x100x100x mm. Pada hasil pengujian ini nilai kuat tekan beton umur 28 hari meningkat dibandingkan pada beton umur 7 hari. Pada *density* 1200 Kg/m³ nilai kuat tekan beton seluruhnya mengalami kenaikan, dengan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan *density* lainnya.

Nilai kuat tekan pada *density* ini memperoleh nilai tertinggi terletak pada mix-8 (A₂B₃) dengan presentase kenaikan sebesar 1,34% dan yang terendah terletak pada mix-9 (A₃B₃) yaitu sebesar 1,06%. Proses pengerjaan pada *density* ini tergolong yang tidak terlalu menyusahkan dikarenakan penggunaan *foam agent* yang tidak banyak dibandingkan dengan *density* lainnya.

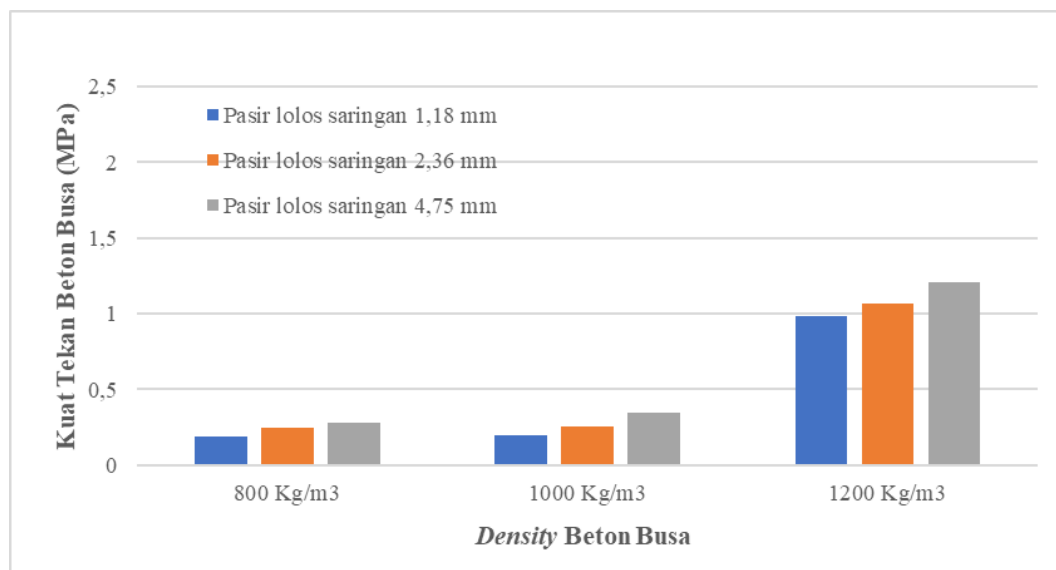


Gambar 4. Kuat tekan beton *density* 1200 Kg/m³

4. Kuat tekan beton busa umur 28 hari yang direndam

Pada proses ini dilakukan untuk mengetahui penyerapan beton dengan faktor jumlah *foam* yang berbeda dengan variasi pasir yang berbeda, dikarenakan pada tiap komposisi memiliki jumlah *foam* yang berbeda walaupun *density* dan kehalusan pasirnya sama. Jangka waktu perendaman yang dilakukan tidak lebih selama 24 jam. Dari proses perendaman selama 24 jam ini didapat nilai kuat tekan beton yang tidak berbeda.

Gambar 5. Menjelaskan tentang kenaikan nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari yang telah melalui proses perendaman selama 24 jam yang dimana pada seluruh mix mengalami kenaikan yang bagus. Campuran beton yang menggunakan pasir kasar akan menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan campuran beton yang menggunakan pasir dengan butiran yang halus (Fattah dan Nabil, 2017).



Gambar 5. Kuat tekan beton direndam 24 Jam

IV. SIMPULAN

Pengaruh ukuran butiran pasir dalam nilai kuat tekan beton yang dimana, pada pasir ukuran 4,75 ml memiliki presentase kenaikan nilai kuat tekan beton busa yang tertinggi pada tiap *density*, yaitu sebesar 1,50% pada *density* 800 kg/m³, 2,08% pada *density* 1000 kg/m³, dan 1,34% pada *density* 1200 kg/m³. Pada pasir ukuran 1.18 ml memiliki presentase kenaikan nilai kuat tekan beton busa yang paling rendah pada tiap *density*, yaitu sebesar 1,06% pada *density* 800 kg/m³, 1,36% pada *density* 1000 kg/m³, dan 1,06% pada *density* 1200 kg/m³.

Berbagai macam *density* yang dikerjakan memberikan jumlah *foam* berbeda pada tiap *density*, pada *density* 800 Kg/m³ memiliki jumlah busa yang lebih banyak dibandingkan dengan *density* lainnya, pada tiap kehalusan pasir memiliki presentase kenaikan nilai kuat tekan beton busa yang tidak terlalu tinggi yaitu sebesar 1,06% pada pasir ukuran lolos saringan 1,18 ml, 0,93% pada pasir lolos saringan 2,36 ml, dan 1,50% pada pasir lolos saringan 4,75ml. Pada *density* 1200 kg/m³ memiliki jumlah busa yang paling rendah sehingga memiliki konsistensi presentase kenaikan nilai kuat tekan beton busa yang baik, yaitu sebesar 1,06% pada pasir lolos saringan 1,18 ml, 1,28% pada pasir lolos saringan 2,36 ml, dan 1,34% pada pasir lolos saringan 4,75 ml.

DAFTAR PUSTAKA

- Alid, I M, (2019). “Pengaruh Jenis Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton” *Jurnal Teknologi dan Kejuruan Universitas Udayana*. Vol 32.
- Bahri S, Mahmud, H. B., Shafigh. P., &Majuar, E., 2019, *Mechanical and Durability Properties of High Strength Performance Concrete Incorporating Rice Husk Rice*. Internasional Conference on Science and Innovated Enggenering (I-COSINE). Vol. 536. No. 1. Hal.4.
- Bere, M. D, dkk (2021). *Analisis Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah pada Beton Busa Dengan Pemakaian Pasir Abu Batu Sebagai Agregat Halus*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tama Jagakarsa, Jakarta.
- Bombatkar, S., Bajad, V., Murkut, V., Khedekar, D., & Jadhao, S. (2017). Review of Foamed Concrete. *International Journal of Research in Advent Technology, Special Is*(April), 275–278.
- Fattah, A Dan Nabi, A. 2017. Pengaruh Zona Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2017*. Hal 107
- Ginting, A (2011). *Perbandingan peningkatan kuat tekan dengan kuat lentur pada berbagai umur beton*. Jurnal Teknik Sipil, Volume 7 No. 2, Oktober:2011 : 98-192
- Hanifatina, F (2018), *Pengaruh Penggunaan Semen PPC Terhadap Kuat Tekan Batako Dengan Penggantian Sebagai Pasir Dengan Limbah Industri Gergaji Kayu*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Puworketo.
- Hardiyanti, A. D., dkk (2022). *Sifat Mekanis Beton Busa dengan Serat*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Hidayat, R. (2019). *Kuat tekan Beton Dengan Variasi Agregat Halus Yang Berasal Dari Beberapa Tempat DI Sumatera Utara*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan
- Mahardika, A dan Safi’I R (2022) *Evaluasai dan Analisis Beton Ringan (LWC) Manufaktur dan Aplikasi*. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Muis A, (2021). *Pengaruh Penggunaan Fly Ash Lokal Dengan Volume Tinggi dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Lentur Beton Mutu Tinggi*. Politeknik Negeri Lhokseumawe. Lhokseumawe.
- Mulyono. T., 2003 *Teknologi Beton*, Fakultas Teknik, Universitas Negri Jakarta. Jakarta
- Tarigan, G (2019), *Pengaruh Perbedaan Nilai Absorpsi Dalam Campuran Aspal Beton*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara.
- Yanuar, K (2014). *Variasi Pemakaian Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi f’c 35*. Jurnal POROS TEKNIK, volume 6, No. 1, Juni 2014 : 1-54.
- Sahirrudin, (2021) *Kinerja Beton Busa Dari Campuran Semen dan Serat Poliolefin*. Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Tjikrodimulyo, K 2007, *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, K., 2004. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Tumpu, M dkk (2020). *Karakteristik Beton Busa yang Mengalami Beban Tekan*. Departemen Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Tomahayu, Y. 2016. Analisa Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton pada Pembangunan Jalan Ismu-Paguyaman (Pavement Rigid). *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi Sekolah Tinggi Teknik. (STITEK) Bina Taruna Gorontalo*. Vol. 4 No.2. Hal 143
- Uram, S (2021). *Kuat Takan Beton Busa yang Menggunakan Serat Marco Synthetic*. Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makasar.