



JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

1. **ANALISA ANGGARAN DAN REALISASI BIAYA PADA PROYEK PEMELIHARAAN BERKALA JALAN BATAS ACEH UTARA BANDARA REMBELE**
(Farid, Bakhtiar A, Ismail)
2. **EVALUASI WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE EARNED VALUE PADA PENINGKATAN JALAN BINTANG HUBUKET HAGU LHOXSUKON**
(Hanif Reansyah, Iponsyahputra bin Amiruddin, Faisal Rizal)
3. **UJI MARSHALL ASPAL BETON AC-WC HASIL PERENDAMAN DENGAN BERBAGAI WAKTU PERENDAMAN AIR HUJAN**
(M. Al Arrasty Damanja, Miswar, Deni Iqbal)
4. **PENGARUH PENGGUNAAN ABU AMPAS TEBU DAN KAPUR PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR**
(Mohammed Agiel Poetra Fanshury, Faisal Abdullah, Irham)
5. **PENGARUH VARIASI UKURAN BUTIRAN AGREGAT HALUS DAN VOLUME FOAM TERHADAP KUAT LENTUR BETON BUSA**
(Muhammad Arief Machfudz, Syamsul Bahri, Fajri)
6. **SUBSTITUSI ABU CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI MATERIAL PENGISI PADA CAMPURAN AC-BC**
(Muhammad Fathahillah, Syarwan, Teuku Riyadhshyah)
7. **EVALUASI ANGGARAN BIAYA BORED PILE DAN METODE PELAKSANAAN PADA PEKERJAAN PROYEK JEMBATAN PANTE GEULIMA-DAYAH HUSEN KABUPATEN PIDIE JAYA**
(Muhammad Ghazi Fahrizal, Munardy, Hanif)
8. **KAJIAN PENAMBAHAN VARIASI UKURAN BUTIR PASIR UNTUK MENINGKATKAN DAYA DUKUNG TANAH EKSPANSIF BERDASARKAN UJI CBR**
(Mulya Muttaqun, Supardin, Cut Yusnar)
9. **KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON AC-BC DENGAN PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK DAN FLY ASH**
(Permata Sari, Mulizar, Muhammad Reza)
10. **KAJIAN HASIL TAMBALAN LUBANG (PATHOLE) LAPIS PERMUKAAN JALAN ASPAL BETON (STUDI KASUS: SP. CUNDA-BUKETRATA STA 0+000-STA4+600)**
(Zulkarnen, Zairipan Jaya, Abdullah Irwansyah)

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. ANALISA ANGGARAN DAN REALISASI BIAYA PADA PROYEK PEMELIHARAAN BERKALA JALAN BATAS ACEH UTARA BANDARA REMBELE (Farid, Bakhtiar A, Ismail)	1-4
2. EVALUASI WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE EARNED VALUE PADA PENINGKATAN JALAN BINTANG HU-BUKET HAGU LHOKSUKON (Hanif Reansyah, Iponsyahputra bin Amiruddin, Faisal Rizal).....	5-9
3. UJI MARSHALL ASPAL BETON AC-WC HASIL PERENDAMAN DENGAN BERBAGAI WAKTU PERENDAMAN AIR HUJAN (M. Al Arrasty Damanja, Miswar, Deni Iqbal).....	10-19
4. PENGARUH PENGGUNAAN ABU AMPAS TEBU DAN KAPUR PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR (Mohammed Agiel Poetra Fanshury, Faisal Abdullah, Irham)	20-26
5. PENGARUH VARIASI UKURAN BUTIRAN AGREGAT HALUS DAN VOLUME FOAM TERHADAP KUAT LENTUR BETON BUSA (Muhammad Arief Machfudz, Syamsul Bahri, Fajri).....	27-34
6. SUBSTITUSI ABU CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI MATERIAL PENGISI PADA CAMPURAN AC-BC (Muhammad Fathahillah, Syarwan, Teuku Riyadhsyah)	35-42
7. EVALUASI ANGGARAN BIAYA BORED PILE DAN METODE PELAKSANAAN PADA PEKERJAAN PROYEK JEMBATAN PANTE GEULIMA-DAYAH HUSEN KABUPATEN PIDIE JAYA (Muhammad Ghazi Fahrizal, Munardy, Hanif).....	43-47
8. KAJIAN PENAMBAHAN VARIASI UKURAN BUTIR PASIR UNTUK MENINGKATKAN DAYA DUKUNG TANAH EKSPANSIF BERDASARKAN UJI CBR (Mulya Muttaqun, Supardin, Cut Yusnar).....	48-55
9. KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON AC-BC DENGAN PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK DAN FLY ASH (Permata Sari, Mulizar, Muhammad Reza)	56-63
10. KAJIAN HASIL TAMBALAN LUBANG (PATHOLE) LAPIS PERMUKAAN JALAN ASPAL BETON (STUDI KASUS: SP. CUNDA-BUKETRATA STA 0+000-STA4+600) (Zulkarnen, Zairipan Jaya, Abdullah Irwansyah)	64-72
Petunjuk Penulisan Artikel Ilmiah	73

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 08 Nomor 01 Edisi Maret 2025 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 08 Nomor 01 Edisi Maret 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 VARIASI UKURAN BUTIRAN AGREGAT HALUS DAN VOLUME FOAM TERHADAP KUAT LENTUR BETON BUSA

Muhammad Arief Machfudz¹, Syamsul Bahri², Fajri²

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

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

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

ABSTRAK

Beton busa adalah salah satu jenis beton ringan CLC (*cellular light concrete*) yang sedang banyak peminatnya dengan massa jenis bervariasi antara 300 kg/m³ hingga 1800 kg/m³. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *density* dan *fine modulus* terhadap kuat lentur beton busa. Sampel pengujian kuat lentur pada penelitian sebanyak 54 sampel berukuran 100 mm x 100 mm x 500 mm pada umur 7 hari dan 28 hari, dengan menggunakan variasi *density* 800 kg/m³, 1000 kg/m³, 1200 kg/m³ serta variasi lolos saringan agregat halus 4,75 mm, 2,36 mm, dan 1,18 mm. Hasil pengujian kuat lentur tertinggi diperoleh pada beton busa *density* 1200 kg/m³ lolos saringan 4,75 mm, nilai kuat lentur sebesar 0,73 MPa (umur 28 hari), sedangkan pada *density* yang sama lolos saringan 1,18 mm dan 2,36 mm mengalami penurunan. Serta pada lolos saringan 4,75 mm dengan *density* yang berbeda kuat lentur memiliki penurunan pada *density* 800 kg/m³ dan 1000 kg/m³. Dengan demikian hasil menunjukkan peningkatan kuat lentur beton busa seiring meningkatnya *density* dan variasi ukuran butiran lolos saringan agregat halus.

Kata Kunci: Beton Busa, Kuat Lentur, *Density* Beton, Kehalusan Agregat Halus

I. PENDAHULUAN

Beton ringan semakin banyak peminatnya, itu sebanding dengan peningkatan permintaan konstruksi bangunan gedung tinggi. Peningkatan ini diakibatkan oleh kemampuan beton ringan dapat membuat beban konstruksi bangunan menjadi lebih ringan daripada beton konvensional. Saat ini beton ringan dapat diklasifikasi dua jenis berdasarkan proses pembuatannya yaitu *aerated autoclave concrete* (AAC) dan *cellular light concrete* (CLC). Beton ringan jenis AAC merupakan jenis beton yang dibuat menggunakan proses *autoclave*, dimana terdapat udara yang mengalami reaksi kimia di dalam adonan beton sehingga menghasilkan gelembung-gelembung udara. Beton jenis AAC memiliki biaya produksi relatif mahal dan perlunya perawatan. Sedangkan beton ringan jenis CLC merupakan beton yang memanfaatkan *foam* sehingga disebut *foam concrete* dengan biaya produksi yang lebih rendah dan menggunakan peralatan sederhana.

Beton busa atau *foam concrete* merupakan jenis beton ringan yang terdiri dari campuran semen, pasir, air, dan bahan pengisi berupa busa. Beton busa memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan beton konvensional karena adanya busa yang terperangkap dalam campuran. Massa jenis bervariasi antara 300 kg/m³ hingga 1800 kg/m³ (Raj, dkk.,2019). Salah satu kelebihan beton busa adalah berat yang ringan membuat beton busa menjadi pilihan yang populer dalam berbagai aplikasi konstruksi, terutama di bangunan-bangunan yang membutuhkan material ringan namun tetap kuat serta harga produksi yang lebih rendah.

Beton busa sudah banyak diteliti beberapa tahun terakhir. Meera dan Gupta (2020) melakukan penelitian yang berkaitan dengan FAS dengan memanfaatkan FAS efektif pada beton busa terhadap prediksi kuat tekan *foam concrete*. Gencel, dkk. (2023) menggunakan

jenis *foam* yang bersumber dari protein dan foam sintettis dan mendapatkan hasil yang lebih stabil bila menggunakan *foam* berbasis protein.

Dalam penelitian Song dan Lange (2021) membahas dampak penambahan pasir pada sifat mekanis campuran beton busa ringan pada 0,4 dan 0,6 g/cm³, dengan berbagai ukuran partikel dan rasio inklusi. Namun masih terdapat informasi terbatas tentang *fine modulus* yang dikaitkan dengan ukuran butiran agregat halus dan volume foam yang dikaitkan dengan *density* lebih tinggi terhadap kuat lentur beton busa. Dimana kuat lentur itu penting bagi beton busa. Mydin, dkk. (2019). *foamed concrete* sebagai bahan yang mempunyai kuat lentur yang tinggi dan berat yang ringan. Harnedi, dkk. (2023) bahwa kuat lentur pada lapisan sub-base beton busa sangat penting untuk memastikan kekuatan dan kekokohan perkerasan.

Fine modulus dan *volume foam* merupakan faktor-faktor penting yang dapat memengaruhi kualitas dan kekuatan beton busa. Hipotesa sementara adalah ukuran agregat halus pada beton busa sangat mempengaruhi gelembung yang akan menyokongnya. Serta beban berlebih pada agregat diduga dapat merusak gelembung sehingga *density* beton busa tidak tercapai. Oleh karena itu, penelitian yang mendalam mengenai pengaruh kedua faktor ini terhadap kuat lentur beton busa sangat diperlukan.

Penelitian ini fokus terhadap *fine modulus* dan *volume foam* terhadap kuat lentur beton busa. Penelitian lanjutan ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam bagaimana kehalusan agregat halus lolos saringan 4,75 mm, 2,36 mm, dan 1,18 mm, dan *density* dengan variasi 800 kg/m³, 1000 kg/m³, dan 1200 kg/m³ pada beton busa dapat mempengaruhi sifat kuat lentur. Penelitian ini menggunakan benda uji berukuran 100 mm x 100 mm x 500 mm. Pengujian kuat lentur akan dilakukan pada umur beton 7 dan 28 hari.

Tujuan yang akan dicapai dalam proses penulisan Skripsi yaitu untuk mengetahui pengaruh tingkat *fine modulus* agregat halus terhadap kuat lentur beton busa. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh *volume foam* pada *density* variasi 800 kg/m³, 1000 kg/m³, dan 1200 kg/m³ terhadap kuat lentur beton busa.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada beton busa ukuran 100 mm x 100 mm x 500 mm. Menggunakan tiga variasi ukuran lolos saringan yaitu 4,75 mm, 2,36 mm, dan 1,18 mm. Serta *density* beton busa 800 kg/m³, 1000 kg/m³, 1200 kg/m³. Perbandingan mortar dan FAS adalah konstan untuk *mix* yaitu 1:3 dan 0,45. Menggunakan semen PCC dan *Foam Agent* bermerek *ABS Foaming Agent*. Pengujian kuat lentur beton akan dilakukan pada 7 hari dan 28 hari.

A. Pengujian Sifat Fisis

Data sifat fisis berasal dari beberapa pengujian seperti pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus, analisa saringan, dan pengujian kadar air.

1. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Berat jenis agregat halus dapat mempengaruhi volume agregat halus pada mix desain dan penyerapan agregat halus mempengaruhi volume air yang akan digunakan pada pencampuran mortar. Berat jenis akan menggunakan standar ASTM C 128-78 dan absorsi air standar ASTM C-128-93.

2. Analisa Saringan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui gradasi butiran pasir menggunakan ayakan khusus di laboratorium untuk tingkat kehalusan zona. BS 882-1992 membagi tingkat kehalusan dalam 4 zona, yaitu zona 1, zona 2, zona 3, dan zona 4. Serta modulus halus menggunakan standar ASTM C 33-78. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton (SNI 03-1968-1990).

3. Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan kandungan berat air agregat dengan agregat dalam keadaan kering dan dinyatakan di dalam persen (%) SNI 03-1971-1990. Pengujian kadar air ini dilakukan untuk mengetahui jumlah volume air yang digunakan pada campuran mortar. Kadar air menggunakan standar ASTM C 566-95.

B. *Pengujian Density*

Perhitungan density beton busa dilakukan sebelum beton busa dicetak. Perhitungan *density* beton busa akan diulang sampai 3 kali pengulangan dengan menunjukkan nilai *density* yang akan digunakan yaitu *density* 800 kg/m³, 1000 kg/m³, dan 1200 kg/m³. Untuk perhitungan menggunakan SNI 1973:2016.

C. *Pengujian Kuat Lentur*

Pengujian kuat lentur beton dilakukan terhadap balok di atas dua perletakan dan dibebani dengan dua beban terpusat yang simetris. Pada serat bawah antara dua titik pembebanan akan terjadi kuat lentur maksimum yang merata. Pada pengujian kuat lentur balok pada umur 7 dan 28 hari, benda uji yang digunakan berukuran 100 mm x 100 mm x 500 mm. Menurut SNI 03-4431-2011 kuat lentur beton dapat dihitung dengan persamaan berikut:

1. Untuk pengujian dimana patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan berikut.

$$\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2} \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Untuk pengujian Dimana patahnya benda uji ada diluar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian Tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan berikut.

$$\sigma_1 = \frac{P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

σ_1 = Kuat lentur banda uji (MPa)

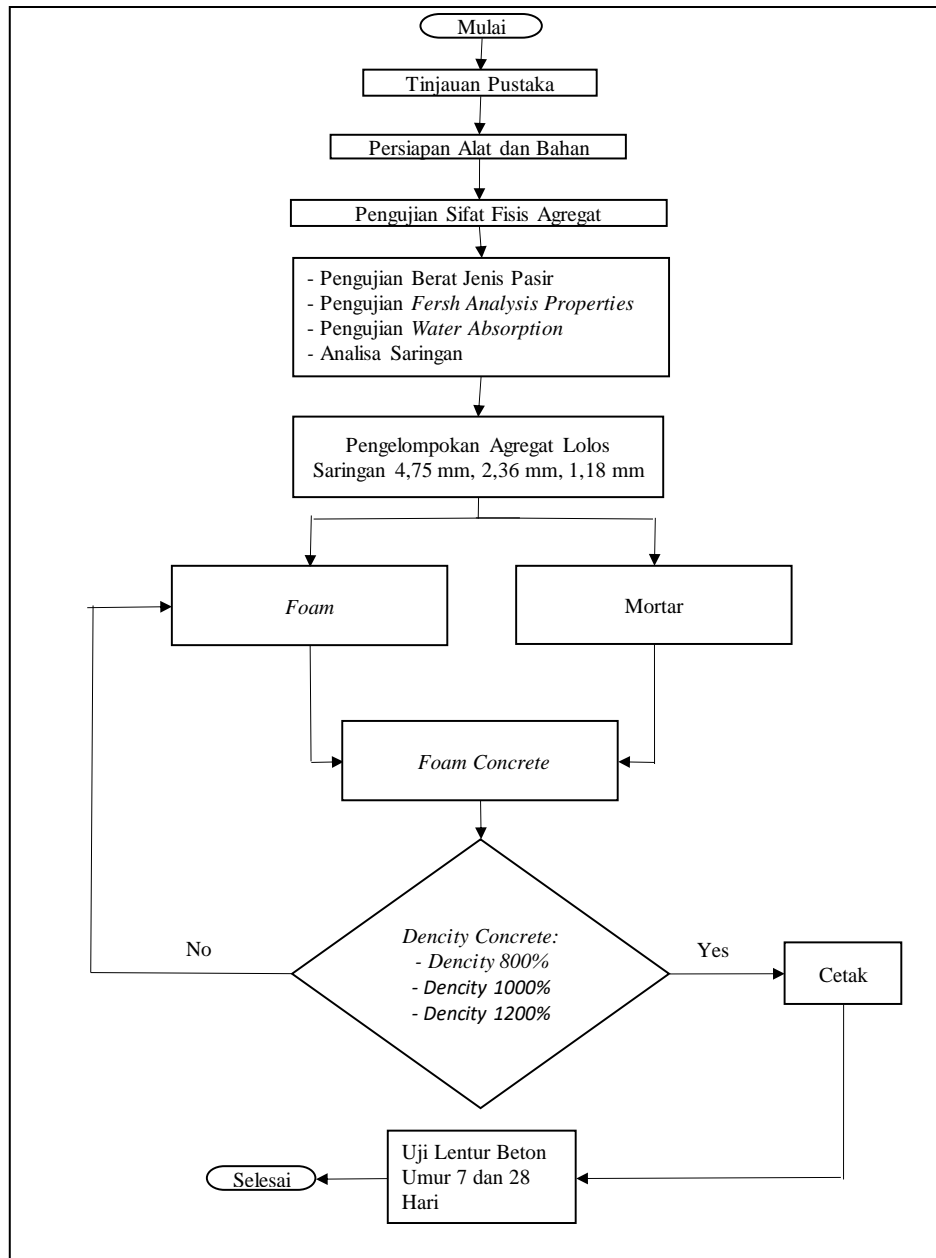
P = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (N)

L = Jarak bentang antara dua garis perletakan (mm)

b = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

h = Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat sudut dari bentang (mm)



Gambar 1. Bagan Alir Proses Perencanaan Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Sifat Fisis

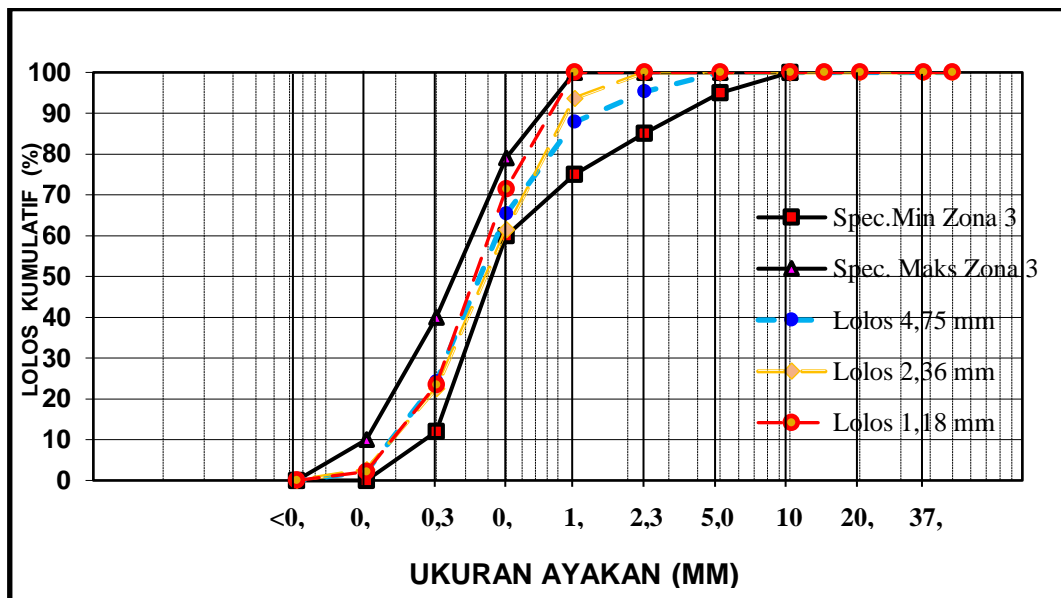
Adapun hasil yang didapat dari pengujian sifat fisis agregat halus pada setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Sifat Fisis Agregat Halus

No.	Data Pengujian	Lolos Saringan 1,18 mm	Lolos Saringan 2,36 mm	Lolos Saringan 4,75 mm	Standar
1	<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,66	2,69	2,70	ASTM C.128-78
2	Persentase Absorpsi Air (%)	4,00	2,19	2,69	ASTM C.128-93
3	Kadar Air (%)	1,11	1,10	0,62	ASTM C.566-95
4	<i>Fine Modulus</i>	2,03	2,20	2,25	ASTM C.33-78

Tabel 1 menunjukkan variasi agregat halus lolos saringan 4,75 mm, 2,36 mm, dan 1,18 mm memenuhi syarat. Berdasarkan ASTM C 128-78 nilai berat jenis antara 2,4-2,7 dan ASTM C-128-93 absorpsi air disyaratkan 1-4%. Ginting, dkk. (2022) menyatakan hubungan antara “*Specific Gravity*” (Berat jenis SSD) dengan absorpsi adalah berbanding terbalik, dimana semakin besar nilai *Specific Gravity* (Berat Jenis SSD), maka semakin kecil daya serap air pada agregat tersebut. Serta Tabel 1 menunjukkan kadar air pada agregat lolos saringan 4,75 mm yaitu 0,62%, agregat lolos saringan 2,36 mm adalah 1,10%, dan agregat lolos saringan 1,18 mm adalah 1,11%. Berdasarkan ASTM C 566-95 syarat batas yang diizinkan yaitu 1-6%.

Untuk analisa saringan pada agregat lolos saringan 4,75 mm, 2,36 mm, dan 1,18 mm dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan hasil analisa agregat halus lolos saringan 4,75 mm, 2,36 mm, dan 1,18 mm masuk dalam Zona 3 dengan kondisi pasir agak halus.



Gambar 2. Analisa Saringan Agregat Halus

B. Data Pengujian Density

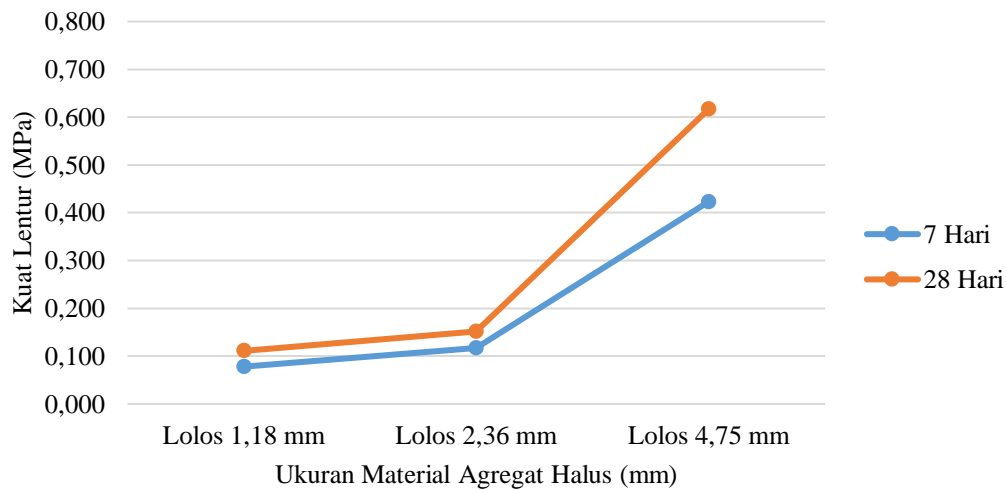
Untuk pengujian *density* pada agregat lolos saringan 4,75 mm, 2,36 mm, dan 1,18 mm dapat dilihat pada Gambar 3.

No.	Lolos Saringan (mm)	Density (Kg/m ³)	Berat (Kg)	Volumen (m ³)	Density (Kg/m ³)
1	4,75	800	0,975	0,00116	840,517
2	2,36	800	0,998	0,00116	860,345
3	1,18	800	0,997	0,00116	859,483
4	4,75	1000	1,161	0,00116	1000,862
5	2,36	1000	1,171	0,00116	1009,483
6	1,18	1000	1,171	0,00116	1009,483
7	4,75	1200	1,478	0,00116	1274,138
8	2,36	1200	1,461	0,00116	1259,483
9	1,18	1200	1,461	0,00116	1259,483

Gambar 3. Pengujian *density*

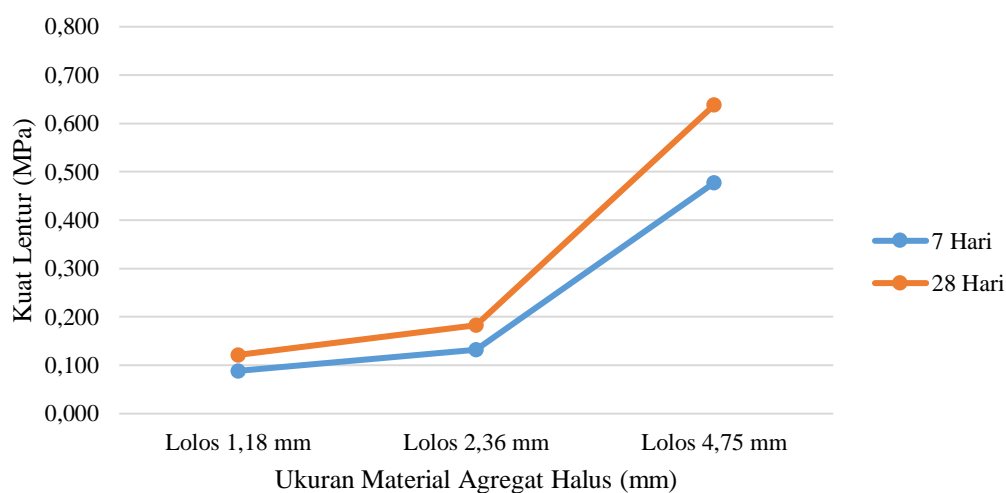
C. Data Pengaruh Kuat Lentur Beton

Adapun hasil yang didapat dari pengujian kuat lentur agregat halus pada setiap variasi dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.



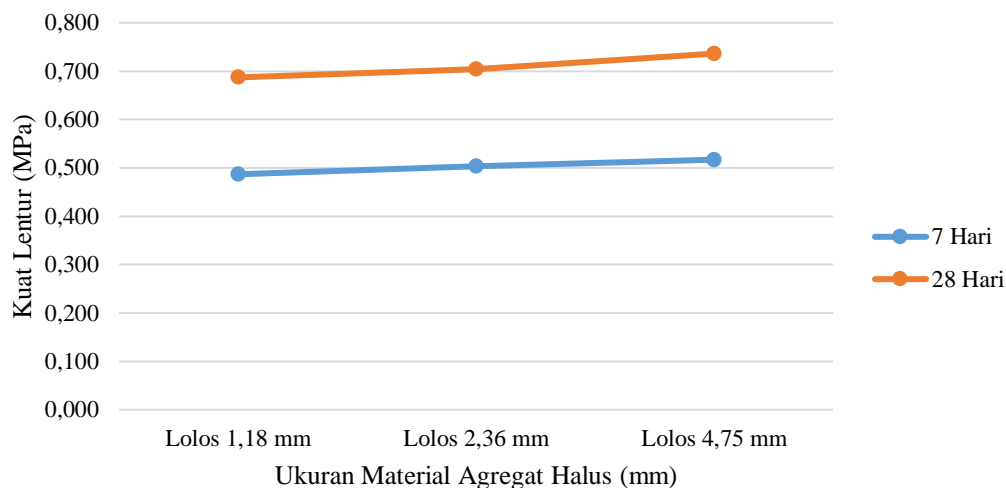
Gambar 4. Pengaruh Variasi Ukuran Agregat Halus Terhadap Kuat Lentur Beton Busa *Density* 800 kg/m³

Gambar 4 menunjukkan kuat lentur mengalami peningkatan kekuatan seiring bertambah ukuran butiran pada material pasir. Kuat lentur beton busa *density* 800 kg/m³ lolos saringan 1,18 mm pada umur 7 hari adalah 0,07 MPa dan pada umur 28 hari terjadi peningkatan kuat sebesar 57% dengan kuat lentur yaitu 0,11 MPa. Pada kuat lentur beton busa *density* 800 kg/m³ lolos saringan 2,36 mm pada umur 7 hari adalah 0,11 MPa dan pada umur 28 hari terjadi peningkatan kuat sebesar 36% dengan kuat lentur yaitu 0,15 MPa. Serta kuat lentur beton busa *density* 800 kg/m³ lolos saringan 4,75 mm pada umur 7 hari adalah 0,42 MPa dan pada umur 28 hari terjadi peningkatan kuat sebesar 42% dengan kuat lentur yaitu 0,61 MPa. Sehingga kuat lentur beton *density* 800 kg/m³ memiliki kenaikan kuat lentur seiring meningkatnya ukuran agregat halus lolos saringan. Hidayati, dkk. (2022) menyimpulkan bahwa beton variasi *density* 800 kg/m³ masuk kedalam penggunaan beton ringan non-struktural.



Gambar 5. Pengaruh Variasi Ukuran Agregat Halus Terhadap Kuat Lentur 1 Beton Busa *Density* 1000 kg/m³

Gambar 5 menunjukkan kuat lentur mengalami peningkatan kekuatan seiring bertambah ukuran butiran pada material pasir. Kuat lentur beton busa $density$ 1000 kg/m^3 lolos saringan $1,18\text{ mm}$ pada umur 7 hari adalah $0,08\text{ MPa}$ dan pada umur 28 hari terjadi peningkatan kuat sebesar 50% dengan kuat lentur yaitu $0,12\text{ MPa}$. Pada kuat lentur beton busa $density$ 1000 kg/m^3 lolos saringan $2,36\text{ mm}$ pada umur 7 hari adalah $0,13\text{ MPa}$ dan pada umur 28 hari terjadi peningkatan kuat sebesar 38% dengan kuat lentur yaitu $0,18\text{ MPa}$. Serta kuat lentur beton busa $density$ 1000 kg/m^3 lolos saringan $4,75\text{ mm}$ pada umur 7 hari adalah $0,47\text{ MPa}$ dan pada umur 28 hari terjadi peningkatan kuat sebesar 34% dengan kuat lentur yaitu $0,63\text{ MPa}$. Serta kuat lentur beton busa $density$ 1000 kg/m^3 dengan 3 variasi ukuran agregat memiliki kuat lebih baik daripada kuat lentur beton busa $density$ 800 kg/m^3 . Rachman, dkk. (2022) menyimpulkan bahwa beton busa $density$ 1070 kg/m^3 mengalami penurunan kekuatan daripada $density$ 1660 kg/m^3 .



Gambar 6. Pengaruh Variasi Ukuran Agregat Halus Terhadap Kuat Lentur Beton Busa $Density$ 1200 kg/m^3

Gambar 6 menunjukkan kuat lentur mengalami peningkatan kekuatan seiring bertambah ukuran butiran pada material pasir. kuat lentur beton busa $density$ 1200 kg/m^3 lolos saringan $1,18\text{ mm}$ pada umur 7 hari adalah $0,48\text{ MPa}$ dan pada umur 28 hari terjadi peningkatan kuat sebesar 41% dengan kuat lentur yaitu $0,68\text{ MPa}$. Pada kuat lentur beton busa $density$ 1200 kg/m^3 lolos saringan $2,36\text{ mm}$ pada umur 7 hari adalah $0,50\text{ MPa}$ dan pada umur 28 hari terjadi peningkatan kuat sebesar 40% dengan kuat lentur yaitu $0,70\text{ MPa}$. Serta kuat lentur beton busa $density$ 1200 kg/m^3 lolos saringan $4,75\text{ mm}$ pada umur 7 hari adalah $0,51\text{ MPa}$ dan pada umur 28 hari terjadi peningkatan kuat sebesar 43% dengan kuat lentur yaitu $0,73\text{ MPa}$. Kuat lentur beton busa $density$ 1200 kg/m^3 memiliki peningkatan kuat lentur seiring meningkatnya ukuran agregat halus lolos saringan. Serta kuat lentur beton busa $density$ 1200 kg/m^3 memiliki kuat tertinggi daripada kuat lentur beton busa $density$ 800 kg/m^3 . dan 1000 kg/m^3 . Rachman, dkk. (2022) menyimpulkan bahwa semakin banyak menggunakan *foam agent* semakin kecil nilai $density$ beton busa, sehingga mengakibatkan penurunan kekuatan beton busa.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa Hasil pengujian kuat lentur menunjukkan pengaruh perbedaan penggunaan butiran material agregat halus pada setiap variasi $density$ menunjukkan peningkatan pada kuat lentur beton busa. Dimana kuat lentur beton busa tertinggi diperoleh pada beton busa $density$ 1200 kg/m^3 lolos saringan $4,75\text{ mm}$ pada umur 7 hari adalah $0,51\text{ MPa}$ dan pada umur 28 hari adalah $0,73\text{ MPa}$. Dibandingkan dengan kuat lentur beton busa pada $density$ yang sama dengan agregat lolos

saringan 2,36 mm dan 1,18 mm. Ini dapat disimpulkan bahwa kuat lentur beton busa berbanding lurus dengan meningkatnya ukuran material agregat halus. Hasil pengujian kuat lentur juga menunjukkan perbedaan *density* dapat mempengaruhi kuat lentur beton busa, dimana kuat lentur beton busa *density* 1200 kg/m³ lebih baik daripada kuat lentur beton busa *density* 800 kg/m³ dan 1000 kg/m³ dalam material agregat halus yang sama yaitu 4,75 mm. Ini dapat disimpulkan bahwa kuat lentur beton busa berbanding lurus dengan meningkatnya *density*nya.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 128-78. Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate. United States: ASTM International.
- ASTM C 128-93. Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate. United States: ASTM International.
- ASTM C 33-78. Standard Specification for Concrete Aggregates. United States: ASTM Internasional.
- ASTM C 566-95. Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying. United States: ASTM International. ASTM C 293-02. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading). West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.
- BS 882:1992. (2002). Specification for aggregates from natural sources for concrete. Licensed Copy: Akin Koksall, Bechtel Ltd, 10 December 2002, Uncontrolled Copy, (c) BSI.
- Gencel, O., Nodehi, M., Bozkurt, A., Sari, A., dan Ozbakkaloglu, T. (2023). *The use of computerized tomography (CT) and image processing for evaluation of the properties of foam concrete produced with different content of foaming agent and aggregate. Construction and Building Materials*, 399, 132433.
- Harnedi, R. A., Rahman, H., & Maizir, H. (2023). Experimental study on foam concrete as a sub-base layer of rigid pavement. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1195(1).
- Hidayati, I., Abdi, F. N., & Widiastuti, M. (2022). JURNAL TEKNOLOGI SIPIL.
- Meera, M., & Gupta, S. (2020). Development of a strength model for foam concrete based on water – Cement ratio. *Materials Today: Proceedings*, 32, 923–927.
- Othuman Mydin, M. A., Zamzani, N. M., & Ghani, A. N. A. (2019). Experimental data on compressive and flexural strengths of coir fibre reinforced foamed concrete at elevated temperatures. *Datain Brief*, 25.
- Pembuatan Beton Ringan Delli Noviarti Rachman, U., Riwayati, S., Hidayat, A., & Nitami Pratiwi, T. (2022). Penggunaan Foam Agent Pada Beton.
- Raj, A., Sathyan, D., & Mini, K. M. (2019). Physical and functional characteristics of foam concrete: A review. In *Construction and Building Materials* (Vol.221,pp.787–799).ElsevierLtd.
- SNI 03-1968-1990. 1990. *Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-4431-2011. 2011. *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 1973: 2016. 2016. *Metode Uji Kepadatan Volume, Produksi Campuran dan Kadar Udara*.
- SNI 03 - 1971 - 1990 , *Metode pengujian kadar agregat udara*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Song, Y., & Lange, D. (2021). Influence of fine inclusions on the morphology and mechanical performance of lightweight foam concrete. *Cement and Concrete Composites*, 124.

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

PETUNJUK PENULISAN ARTIKEL

1. Artikel merupakan hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil baik dari Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe maupun Perguruan Tinggi lainnya.
2. Artikel diketik menggunakan komputer dalam format *Microsoft Word* pada kertas berukuran A4 dengan jarak baris 1 (satu) dan jenis huruf *Times New Roman* 12 pt. Panjang keseluruhan artikel minimum 5 halaman dan maksimum 10 halaman termasuk Abstrak, Tabel, Gambar dan Daftar Pustaka.
3. Artikel ditulis dengan menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar sesuai ejaan yang disempurnakan dengan memperhatikan kaidah-kaidah ilmiah yang telah dibakukan. Apabila menggunakan istilah-istilah asing, hendaknya ditulis dengan menggunakan huruf miring.
4. Artikel ditulis dengan urutan sebagai berikut:
 - a. Judul
 - b. Nama Penulis
 - c. Abstrak
 - d. Kata Kunci
 - e. Pendahuluan
 - f. Metodologi
 - g. Hasil dan Pembahasan
 - h. Simpulan
 - i. Daftar Pustaka
5. Artikel dikirim dalam bentuk *softcopy* ke alamat email: pjj@pnl.ac.id paling lambat 2 (dua) bulan sebelum waktu terbit.
6. Redaksi berhak merubah/memperbaiki tata bahasa dari artikel yang akan dimuat tanpa merubah isinya.
7. Artikel yang dikirim menjadi hak milik Redaksi. Artikel yang layak untuk diterbitkan karena keterbatasan ruang sehingga belum dapat diterbitkan, akan dipertimbangkan untuk penerbitan selanjutnya atau dapat ditarik kembali oleh penulisnya.
8. Artikel yang masuk ke Redaksi akan diperiksa oleh Dewan Editor tentang keabsahannya, kajian substansi dan kualitas dari artikel.
9. Artikel belum pernah dan tidak sedang diusulkan untuk dipublikasikan pada media ilmiah lainnya.

**JUDUL DITULIS DI TENGAH DENGAN HURUF KAPITAL
DAN TEBAL, GUNAKAN JENIS HURUF TIMES NEW ROMAN
UKURAN 14 PT**

Mahasiswa¹, Pembimbing Utama², Pembimbing Pendamping³

(Nama penulis ditulis di tengah tanpa gelar akademik dengan menggunakan jenis huruf tebal
Times New Roman ukuran 12 pt)

¹ Mahasiswa, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan,
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: mahasiswa@pnl.ac.id

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

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

ABSTRAK

Abstrak ditulis dengan menggunakan jenis paragraf *justify* (rata penulisan pada bagian kanan dan kiri) dengan indentasi 1,5 cm. Huruf *Times New Roman* ukuran 10 pt, spasi 1 dan tidak lebih dari 350 kata.

Kata kunci: kata kunci pertama, kata kunci kedua, maksimal 5 kata kunci

I. PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan membahas terkait latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan dari perencanaan/penelitian yang dilakukan. Pada bagian ini juga dimasukkan tinjauan pustaka secara ringkas.

II. METODOLOGI

Bagian ini menjelaskan secara rinci tentang metode yang digunakan dalam perencanaan/penelitian yang dilakukan. Gunakan langkah-langkah pengerjaan dengan sistematis sehingga pemahaman terkait metode yang digunakan dapat dipahami dengan lebih mudah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian hendaknya dituliskan secara singkat, padat dan jelas. Hasil lebih baik disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang menarik dan mudah untuk dipahami. Pembahasan terkait hasil hendaknya menguraikan arti pentingnya hasil perencanaan/penelitian yang dilakukan.

A. Format Penulisan

Penulisan pada kertas dengan ukuran A4 yaitu 29,7 cm (11,69 inchi) panjang dan 21,0 cm (8,27 inchi) lebar. Batas margin yang digunakan adalah 2,54 cm (1 inchi) untuk setiap sisi kertas.

Penulisan bagian isi dari artikel menggunakan jenis huruf *Times New Roman* dengan ukuran 12 pt. Paragraf disusun secara teratur dengan jenis paragraf *justify* (rata penulisan pada bagian kanan dan kiri).

B. Jumlah Halaman

Jumlah halaman bagi setiap artikel yang dimasukkan ke Jurnal Sipil Sains Terapan harus memenuhi ketentuan minimal 5 halaman dan maksimal 10 halaman.

C. Penulisan Heading

Heading adalah tingkatan ataupun level dalam penulisan. Fungsinya hampir sama dengan Bab, Sub-Bab dan Sub Sub-Bab. Sebaiknya tidak menggunakan *heading* yang lebih dari 3 (tiga) tingkatan.

1. Heading level 1

Heading untuk level 1 ditulis rata kiri dengan menggunakan penomoran Romawi (contoh: I, II, III, dst.) dengan menggunakan jenis huruf tebal *Times New Roman* ukuran 12 pt. Huruf pertama pada setiap awal kata ditulis dengan menggunakan huruf kapital kecuali bagi kata hubung (contoh: di, ke, dari, pada, daripada, untuk, dengan atau). Khusus untuk Daftar Pustaka tidak diberikan penomoran.

2. Heading level 2

Heading untuk level 2 ditulis rata kiri dengan penomoran menggunakan huruf abjad (contoh: A, B, C, dst.) dengan menggunakan jenis huruf miring *Times New Roman* ukuran 12 pt. Huruf pertama pada setiap awal kata ditulis dengan menggunakan huruf kapital kecuali bagi kata hubung seperti pada bagian III.C.1.

3. Heading level 3

Heading untuk level 3 ditulis rata kiri dengan adanya indentasi 1 cm (0,39 inchi). Penulisan menggunakan angka (contoh: 1, 2, 3, dst.) dengan menggunakan jenis huruf *Times New Roman* ukuran 12 pt. Hanya huruf pertama pada kata pertama saja yang ditulis dengan menggunakan huruf kapital.

D. Tabel dan Gambar

Tabel dan gambar harus terletak di tengah (*centered*). Tabel dan gambar diperbolehkan menggunakan warna yang menarik sehingga lebih mudah untuk dipahami. Khusus untuk gambar yang berupa grafik warna hitam putih, gunakan jenis garis yang berbeda (contoh: garis utuh, garis putus-putus, garis titik-titik, dsb.).

Keterangan untuk gambar terletak di tengah bawah dari gambar tersebut, sedangkan untuk tabel terletak di tengah atas dari tabel tersebut. Penulisan judul tabel dan gambar tersebut menggunakan jenis huruf *Times New Roman* dengan ukuran 10 pt. Penulisan label untuk tabel dan gambar diikuti dengan tanda titik dan hanya huruf pertama pada kata pertama saja yang menggunakan huruf kapital. (contoh: Tabel 1. Keterangan tabel; Gambar 1. Keterangan gambar).

E. Persamaan

Persamaan ditulis dengan menggunakan *Microsoft Equation Editor* atau *MathType add-on*. Jangan *copy paste* persamaan dari file lain yang berbentuk pdf. atau jpg. Penomoran persamaan ditulis rata kanan dengan angka di dalam tanda kurung.

F. Referensi

Setiap dokumen/pustaka yang disitasi pada Jurnal Sipil Sains Terapan ini harus dituliskan di bagian referensi. Jumlah pustaka yang disitasi minimal 5 buah, dengan 80% berupa acuan primer. Acuan primer yang dimaksud adalah artikel jurnal, *book chapter*, paten, paper seminar/prosiding. Adapun yang dimaksud dengan acuan sekunder adalah buku teks dan *handbook*.

IV. SIMPULAN

Simpulan berisi tentang poin-poin utama artikel. Simpulan hendaknya tidak mengulangi yang sudah dituliskan di bagian Abstrak, akan tetapi membahas hasil-hasil yang penting, penerapan maupun pengembangan dari perencanaan/penelitian yang dilakukan. Bagian ini hendaknya juga dapat menunjukkan apakah tujuan dari perencanaan/penelitian dapat tercapai. Kesimpulan ditulis dalam bentuk paragraf uraian, hindari penggunaan *bulleted list*.

DAFTAR PUSTAKA

Nama Penulis, Anggota. (Tahun). *Judul dari Rujukan yang Digunakan*. Jenis Rujukan. Penerbit. Tempat Terbit.

(Ditulis dengan urutan secara alfabetis berdasarkan nama belakang penulis).

Alamat Redaksi:

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

