



JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

1. **PENGARUH METODE PENCAMPURAN SERAT SABUT KELAPA TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON SERAT**
(Ajie Maulidan, Faisal Rizal , Khairul Miswar)
2. **PEMODELAN BANGKITAN PERGERAKAN LALU LINTAS PADA KOMPLEK PERUMAHAN KEUPULA INDAH KECAMATAN KOTA JUANG KABUPATEN BIREUEN**
(Angela Prastica, Syarwan, Bakhtiar A)
3. **OPTIMALISASI KELENGKUNGAN KABEL UTAMA PADA JEMBATAN GANTUNG (SUSPENSION BRIDGE) DENGAN TINJAUAN PARAMETER TINGGI MENARA**
(Annisa Jumaila, Musbar, Iskandar)
4. **KOMPARASI ESTIMASI BIAYA DENGAN ANALISA AHSP DAN EI PADA PROYEK JALAN ALUE BILIE NAGAN RAYA**
(Dini Ajrina, Jafar Siddik, Syarifah Keumala Intan)
5. **PENGARUH LIMBAH CANGKANG TELUR DAN ABU VULKANIK SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG DENGAN UJI CBR**
(Doni Prayoga, Faisal Abdullah, Supardin)
6. **UJI KARAKTERISTIK ASPAL GEOPORI DENGAN PENAMBAHAN FLY ASH PLTU PANGKALAN SUSU**
(Gina Putri Yuanda, Zairipan Jaya, Fauzi A.Gani)
7. **PENGARUH PENGGUNAAN VARIASI ABU CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP STABILITAS TANAH LEMPUNG**
(Ichwan Seprizal, Miswar, Muhammad Reza)
8. **PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN BEUTONG ATEUH, KECAMATAN BEUTONG ATEUH BANGGALAN, KAB. NAGAN RAYA MENGGUNAKAN APLIKASI AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D**
(Muammar Khazafi, Hanafiah Hz, Ruhana)
9. **PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN MENGGUNAKAN APLIKASI SOFTWARE AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D 2019 PADA JALAN ALUE BADEUK, KAB. ACEH BARAT DAYA**
(Muhammad Aulia Fikri Z.A., Gusrizal, Mulizar)
10. **PENGARUH PENAMBAHAN MICRO POLYPROPYLENE FIBER (PPF) TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER**
(Zulfikri, Fajri, Iponsyah Putra bin Amiruddin)

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Penasehat

Direktur Politeknik Negeri Lhokseumawe

Penanggung Jawab

Ketua Unit 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)
Dr. Ir. Yuhanis Yunus, M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Ir. Munardi, 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

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 METODE PENCAMPURAN SERAT SABUT KELAPA TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON SERAT (Ajie Maulidan, Faisal Rizal , Khairul Miswar)	1
2. PEMODELAN BANGKITAN PERGERAKAN LALU LINTAS PADA KOMPLEK PERUMAHAN KEUPULA INDAH KECAMATAN KOTA JUANG KABUPATEN BIREUEN (Angela Prastica, Syarwan, Bakhtiar A)	9
3. OPTIMALISASI KELENGKUNGAN KABEL UTAMA PADA JEMBATAN GANTUNG (SUSPENSION BRIDGE) DENGAN TINJAUAN PARAMETER TINGGI MENARA (Annisa Jumaila, Musbar, Iskandar)	16
4. KOMPARASI ESTIMASI BIAYA DENGAN ANALISA AHSP DAN EI PADA PROYEK JALAN ALUE BILIE NAGAN RAYA (Dini Ajrina, Jafar Siddik, Syarifah Keumala Intan)	26
5. PENGARUH LIMBAH CANGKANG TELUR DAN ABU VULKANIK SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG DENGAN UJI CBR (Doni Prayoga, Faisal Abdullah, Supardin)	31
6. UJI KARAKTERISTIK ASPAL GEOPORI DENGAN PENAMBAHAN FLY ASH PLTU PANGKALAN SUSU (Gina Putri Yuanda, Zairipan Jaya, Fauzi A.Gani)	37
7. PENGARUH PENGGUNAAN VARIASI ABU CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP STABILITAS TANAH LEMPUNG (Ichwan Seprizal, Miswar, Muhammad Reza)	45
8. PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN BEUTONG ATEUH, KECAMATAN BEUTONG ATEUH BANGGALAN, KAB. NAGAN RAYA MENGGUNAKAN APLIKASI AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D (Muammar Khazafi, Hanafiah Hz, Ruhana)	53
9. PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN MENGGUNAKAN APLIKASI SOFTWARE AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D 2019 PADA JALAN ALUE BADEUK, KAB. ACEH BARAT DAYA (Muhammad Aulia Fikri Z.A., Gusrizal, Mulizar)	63
10. PENGARUH PENAMBAHAN MICRO POLYPROPYLENE FIBER (PPF) TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER (Zulfikri, Fajri, Iponsyah Putra bin Amiruddin)	71
Petunjuk Penulisan Artikel Ilmiah	78

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 04 Nomor 02 Edisi September 2021 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 04 Nomor 02 Edisi September 2021 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

UJI KARAKTERISTIK ASPAL GEOPORI DENGAN PENAMBAHAN FLY ASH PLTU PANGKALAN SUSU

Gina Putri Yuanda¹, Zairipan Jaya², Fauzi A.Gani³

¹Mahasiswa, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: ginaputriyuanda99@gmail.com

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

³Dosen, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: fauziabdul62@gmail.com

ABSTRAK

Sifat perkerasan lentur yang kedap terhadap air dan fungsi kinerja drainase yang buruk sangat mendukung untuk terjadinya genangan air pada permukaan jalan sehingga dikembangkan aspal geopori. Aspal geopori memiliki banyak pori dan cenderung memiliki nilai stabilitas rendah, sehingga dilakukan penambahan bahan yang bersifat pozzolan yaitu *fly ash* pada aspal geopori untuk meningkatkan kekuatan aspal pada saat menahan beban kendaraan. Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian eksperimen dan metode pengambilan data dilakukan secara langsung. Penelitian dilakukan dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat, dan dilakukan pengujian marshall terhadap 5 variasi kadar aspal untuk mendapat nilai kadar aspal terbaik. Untuk kadar *fly ash* pada campuran 2%, 2,5%, 3%, 3,5%, dan 4%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari pengujian variasi kadar aspal didapat kadar aspal optimum sebesar 4,6%. Hasil uji kinerja fungsi rembesan dengan waktu alir paling cepat didapatkan pada kadar *fly ash* 2% yaitu dengan nilai permeabilitas 0,213 cm/s, kecepatan alir 5,6 detik, dan VIM 20,64%. Dan untuk kinerja fungsi kekuatan pada kadar *fly ash* 2% memenuhi syarat yang telah ditetapkan dengan nilai uji marshall yaitu stabilitas 729 kg, flow 3,1 mm, dan MQ 239,15 kg/mm. Dari seluruh hasil pengujian kadar *fly ash* didapat hasil kinerja fungsi kekuatan dan kinerja fungsi rembesan memenuhi spesifikasi *Australian Asphalt pavement Association* (AAPA) tahun 2004, akan tetapi yang dapat merembeskan air paling cepat dan memiliki kekuatan yang memenuhi terdapat pada kadar *fly ash* 2%.

Kata Kunci: Aspal Geopori, *Fly Ash*, Permeabilitas, *Marshall test*.

I. PENDAHULUAN

Genangan air diatas permukaan jalan pada saat hujan yang terjadi akibat curah hujan yang tinggi dan durasi waktu yang lama mengakibatkan gangguan yang menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan. Sifat perkerasan lentur yang kedap terhadap air dan fungsi kinerja drainase yang buruk sangat mendukung untuk terjadinya genangan air pada permukaan jalan. Hal-hal tersebut tidak dapat dihindari akan tetapi harus adanya solusi untuk mengurangi masalah yang terjadi di saat musim hujan.

Salah satu upaya penanganan untuk permasalahan diatas adalah aspal geopori. Aspal geopori merupakan aspal penyerap air yang memiliki daya serap sebesar 2000 liter/menit yang dirancang untuk menjadi lapisan penutup permukaan yang memungkinkan air merembes melaluinya. Aspal geopori tidak hanya mengatasi masalah genangan air, tetapi pada saat musim panas material aspal geopori juga lebih dingin dan tidak sepanas aspal beton. Proses pembuatan aspal geopori menggunakan campuran aspal panas dan campuran agregat dengan gradasi terbuka yang diharapkan menghasilkan banyak pori pada aspal. Akan tetapi aspal geopori memiliki kekurangan dalam hal kemampuan menahan beban sehingga tidak mampu menahan kendaraan dengan muat beban yang besar. Penggunaan bahan pengisi yang memiliki sifat pozzolan sangat bagus untuk menambah kekuatan dari aspal geopori tersebut, salah satu bahan yang memiliki sifat *pozzolan* adalah *fly ash*.

Fly ash merupakan abu hasil pembangkitan yang terbang ke udara yang di hasilkan oleh pembakaran batubara pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). *Fly ash* merupakan limbah dengan kategori B3 karena terdapat kandungan logam berat yang akan mencemari lingkungan. Akan tetapi, menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Pasal 458 (3) *fly ash* dikeluarkan dari kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) sehingga *fly Ash* sehingga cocok dijadikan substitusi pada agregat halus dan menjadi salah satu solusi untuk mengurangi limbah yang mencemari lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk Menciptakan sampel aspal geopori yang memenuhi kinerja fungsi kekuatan (stabilitas, VIM, *flow*, dan *marshall quotient*) dengan penambahan *fly ash*. Dan menciptakan sampel aspal geopori yang memiliki kinerja fungsi rembesan (permeabilitas) dengan penambahan *fly ash*.

II. METODELOGI

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian ekperimental karena penelitian ini sengaja melakukan rekayasa terhadap satu atau lebih variabel dengan suatu cara yang dapat mempengaruhi variabel tersebut. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Data primer merupakan data utama yang dikumpulkan secara langsung melalui berbagai macam pengujian yang dilakukan dengan mengacu pada petunjuk, misalnya dengan mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung. Pengujian tersebut merupakan pengujian analisa ayakan, pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar, pengujian berat isi agregat, pengujian keausan agregat (*Los Angeles*), pengujian kelekatan aspal terhadap agregat, pengujian berat jenis aspal, pengujian penetrasi aspal, pengujian titik lembek aspal, pengujian permeabilitas pada benda uji dan pengujian stabilitas campuran aspal yang ditinjau dengan alat *marshall*.

Data sekunder adalah data pendukung yang diperlukan dalam penelitian seperti pemeriksaan angka koreksi benda uji, angka kalibrasi alat dan sebagainya. Data sekunder dapat diambil dari hasil penelitian sebelumnya yang masih berhubungan dengan penelitian tersebut.

Rancangan campuran agregat dilakukan untuk mencampurkan antara fraksi agregat kasar, fraksi agregat halus, dan fraksi abu. Jika rancangan campuran agregat sudah sesuai dengan persyaratan maka di lanjutkan dengan rancangan untuk menentukan kadar aspal optimum. Variasi kadar aspal yang dicampur adalah 3,6%, 4,1%, 4,6%, 5,1% dan 5,6% terhadap berat total campuran. Tiap variasi kadar aspal dibuat 3 benda uji, sehingga jumlah benda uji adalah 15 buah. Berdasarkan data pengujian *marshall* dibuat grafik-grafik yang menyatakan hubungan antara kadar aspal dengan parameter *marshall* dan variasi kadar aspal. Evaluasi dari grafik-grafik yaitu dengan mengaitkan persyaratan karakteristik campuran akan diperoleh karakteristik campuran aspal beton pada keadaan aspal optimum.

Setelah didapatkan kadar aspal optimum, maka selanjutnya dibuat variasi persentase penggunaan *fly ash*. Variasi kadar *fly ash* yang dicampurkan adalah 2%-4%. Tiap variasi kadar *fly ash* dibuat 3 benda uji dan 3 benda uji tanpa menggunakan *fly ash*, sehingga jumlah benda uji adalah 18 buah. Kemudian dilakukan pengujian permeabilitas dan dilanjutkan dengan pengujian *marshall*.

Pengolahan data pada penelitian yang dilakukan di laboratorium adalah dengan membuat tabel dan grafik yang bantu dengan Microsoft Excel 2016. Pengelolaan data dilakukan untuk memperoleh data ringkasan dengan menggunakan cara atau rumus-rumus tertentu.

Analisa data yang digunakan untuk menunjukkan hubungan antara parameter *marshall* dan permeabilitas aspal geopori digunakan analisa regresi. Analisa data yang digunakan dalam proses penginterpretasian hasil pengolahan data adalah jenis analisis inferensial yaitu analisis

yang menekankan hubungan antar variabel dengan menyimpulkan hasil penelitian. Pengelolaan Data dilakukan dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2016 dan SPSS V.24 dengan data berbentuk tabel dan grafik. Pengujian yang dilakukan dalam analisis linier regresi sederhana adalah uji koefisien regresi sederhana menggunakan alat analisis linier regresi (*simple regression*) dan t test.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

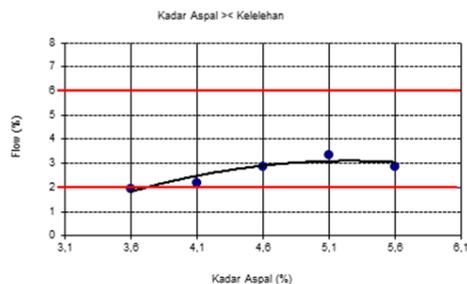
Pada benda uji dengan campuran agregat halus dan batu pecah, nilai CA yang digunakan sebesar 84,9%, nilai FA 11,8%, serta filler sebanyak 3,3%, maka didapat kadar aspal ideal sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Pb &= 0,035 (\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%Filler) + K \\ &= 0,035 (84,9\%) + 0,045 (11,8\%) + 0,18 (3,3\%) + 1 \\ &= 4,6\% \end{aligned}$$

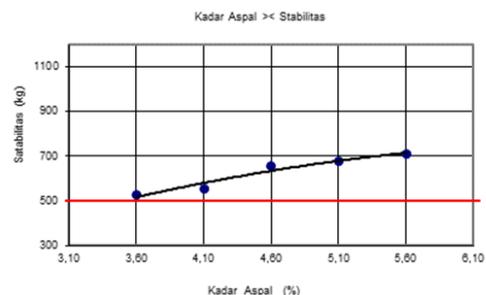
Sehingga % kadar aspal untuk benda uji adalah (Pb 3,6%), (Pb 4,1%), (Pb 4,6%), (Pb 5,1%), dan (Pb 5,6%). Hasil pengujian *Marshall* yang dilakukan pada variasi kadar aspal ideal untuk benda uji dengan tumbukan 2 x 50, diperoleh parameter *Marshall* seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai parameter *Marshall* pada variasi kadar aspal

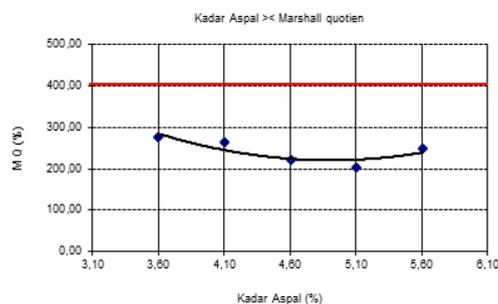
No	Parameter Marshall	Variasi Kadar Aspal (3,6-5,6)					Spesifikasi AAPA 2004
		3,6%	4,1%	4,6%	5,1%	5,6%	
1	Stailitas (Kg)	527	554	657	677	713	Min.500
2	Flow (mm)	2	2,2	2,9	3,4	2,9	2-4
3	VIM (%)	23,5	23,0	21,7	21,0	20,7	18-25
4	MQ (kg/mm)	274,9	264,8	222,9	203,6	248,3	Maks.400



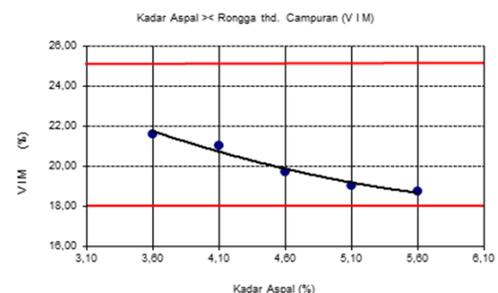
Gambar 1. Hubungan Nilai Stabilitas dan Kadar Aspal



Gambar 2. Hubungan Nilai Flow dengan Kadar Aspal



Gambar 3. Hubungan Nilai VIM dengan Kadar Aspal



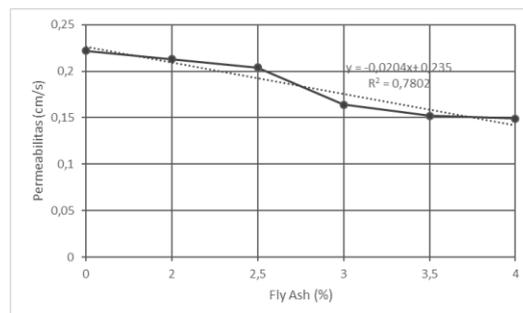
Gambar 4. Hubungan Marshall Quotient (MQ) dengan Kadar Aspal

Berdasarkan parameter *Marshall* pada Tabel 2 didapatkan kadar aspal optimum dengan sistem *Range Overlapping*. Hasil pengujian *Marshall* menunjukkan bahwa kadar aspal

optimum yang didapatkan sebesar 4,6%. Berikut ini nilai permeabilitas berdasarkan persentase *fly ash* yang ditampilkan dalam bentuk tabel.

Tabel 2. Nilai Permeabilitas berdasarkan persentase *fly ash*

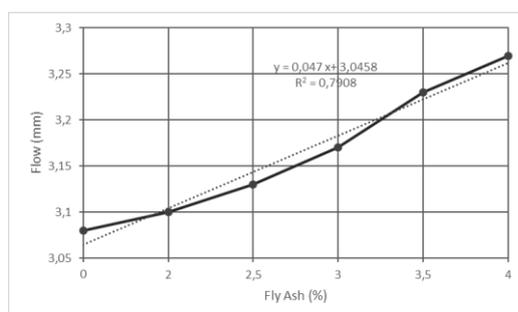
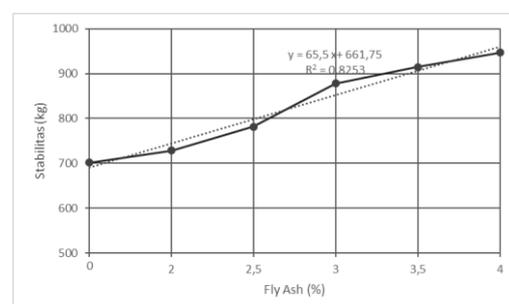
No	Persentase Fly Ash (%)	Koefisien Permeabilitas (cm/s)	Spesifikasi AAPA 2004
1	0%	0,222	0,1-0,5 (cm/s)
2	2%	0,213	
3	2,50%	0,204	
4	3%	0,164	
5	3,50%	0,152	
6	4%	0,149	

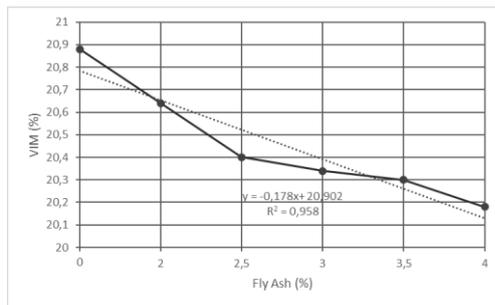
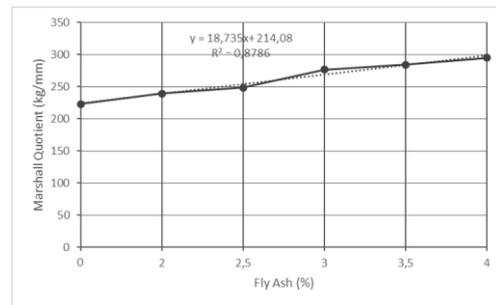
Gambar 5. Grafik Hubungan Permeabilitas dengan Persentase *Fly Ash*

Hasil pengujian *Marshall* yang dilakukan pada variasi *fly ash* untuk benda uji dengan tumbukan 2 x 50, diperoleh parameter *Marshall* seperti diperlihatkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Nilai parameter *Marshall* variasi kadar persentase *Fly Ash*

No	Persentase Kadar Fly ash (%)	Stabilitas	Flow	VIM	MQ
1	0%	702	3,08	20,88	223,01
2	2%	729	3,1	20,64	239,15
3	2,50%	782	3,13	20,40	248,18
4	3%	878	3,17	20,34	276,28
5	3,50%	915	3,23	20,30	284,05
6	4%	947	3,27	20,18	294,84

Gambar 6. Hubungan Stabilitas dengan Persentase *Fly Ash*Gambar 7. Grafik Hubungan Flow dengan Persentase *Fly Ash*

Gambar 8. Grafik Hubungan VIM dengan Persentase *Fly Ash*Gambar 9. Grafik Hubungan MQ dengan Persentase *Fly Ash*

Grafik hubungan Permeabilitas dengan Persentase Kadar *fly ash* pada Gambar.5 menunjukkan campuran aspal geopori dengan kandungan *fly ash* sebanyak 0%, 2%, 2,5%, 3%, 3,5% dan 4%, memenuhi syarat spesifikasi permeabilitas 0,1-0,5 cm/s. Kadar *fly ash* 0% nilai permeabilitas sebesar 0,222 cm/s, kadar *fly ash* 2% nilai permeabilitas sebesar 0,213 cm/s, kadar *fly ash* 2,5% nilai permeabilitas sebesar 0,204 cm/s, kadar *fly ash* 3% nilai permeabilitas sebesar 0,164 cm/s, kadar *fly ash* 3,5% nilai permeabilitas sebesar 0,152 cm/s, dan kadar *fly ash* 4% nilai permeabilitas sebesar 0,149 cm/s.

Dari hasil analisa regresi menggunakan aplikasi SPSS V.24 menjelaskan besarnya nilai kolerasi (R) sebesar 0,883, dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi (R square) sebesar 0,780 yang mengandung pengertian bahwa pengaruh variabel bebas (*fly ash*) terhadap variabel terikat (permeabilitas) kuat sesuai dengan pedoman. Dari tabel *coefficient* diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,02 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel *fly ash* (X) berpengaruh terhadap variabel permeabilitas (Y). Berdasarkan nilai t diketahui nilai t hitung sebesar $-3,768 < 2,132$ maka H_0 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel *fly ash* (X) berpengaruh negatif terhadap permeabilitas pada aspal geopori.

Data hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar kadar *fly ash* yang terkandung di dalam campuran aspal geopori maka nilai permeabilitas yang diperoleh rata-rata mengalami penurunan. *Fly ash* membuat aspal menjadi lebih kental sehingga pori pada benda semakin tertutup oleh film aspal yang semakin tebal. Akan tetapi semua nilai permeabilitas memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan pada *Australia Asphalt Pavement Association* 2004.

Grafik hubungan Stabilitas dengan Persentase Kadar *Fly Ash* pada Gambar.6 menunjukkan campuran geopori dengan kandungan *fly ash* sebanyak 0%, 2%, 2,5%, 3%, 3,5% dan 4%, memenuhi syarat spesifikasi stabilitas >500 kg. Kadar *fly ash* 0% nilai stabilitas sebesar 702 kg, kadar *fly ash* 2% nilai stabilitas sebesar 729 kg, kadar *fly ash* 2,5% nilai stabilitas sebesar 782 kg, kadar *fly ash* 3% nilai stabilitas sebesar 878 kg, kadar *fly ash* 3,5% nilai stabilitas sebesar 915 kg, dan kadar *fly ash* 4% nilai stabilitas sebesar 947 kg.

Dari hasil analisa regresi menggunakan aplikasi SPSS V.24 menjelaskan besarnya nilai kolerasi (R) sebesar 0,908, dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi (R square) sebesar 0,825 yang mengandung pengertian bahwa pengaruh variabel bebas (*fly ash*) terhadap variabel terikat (stabilitas) sangat kuat sesuai dengan pedoman. Dari tabel *coefficient* diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,012 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel *fly ash* (X) berpengaruh terhadap variabel stabilitas (Y). Berdasarkan nilai t diketahui nilai t hitung sebesar $4,374 > 2,132$ maka H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel *fly Ash* (X) berpengaruh positif terhadap stabilitas pada aspal geopori.

Data hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar kadar *fly ash* yang terkandung di dalam campuran aspal geopori maka nilai stabilitas yang diperoleh mengalami kenaikan. *Fly ash* memiliki pengaruh yang baik pada nilai stabilitas dikarenakan *fly ash* memiliki sifat pozzolan sehingga meningkatkan nilai stabilitas pada aspal geopori. Kenaikan

nilai stabilitas menunjukkan bahwa benda uji yang dihasilkan lebih kuat dalam menerima beban.

Grafik hubungan flow dengan persentase kadar *fly ash* pada Gambar.7 menunjukkan bahwa kandungan *fly ash* 0% hingga 4% yang terdapat pada campuran mengalami peningkatan nilai flow. Berdasarkan gambar 4.16 hubungan flow dengan persentase kadar lateks, pada kadar *fly ash* 0% diperoleh hasil 3.08 mm, kadar *fly ash* 2% diperoleh hasil 3.10 mm, kadar *fly ash* 2,5% diperoleh hasil 3.13 mm, kadar *fly ash* 3% diperoleh hasil 3.17 mm, kadar *fly ash* 3,5% diperoleh hasil 3.23 mm, kadar *fly ash* 4% diperoleh hasil 3.27 mm. Data hasil penelitian diatas kadar *fly ash* 0% sampai dengan 4% nilai flow meningkat dari 3.08 mm menjadi 3,27 mm.

Dari hasil analisa regresi menggunakan aplikasi SPSS V.24 menjelaskan besarnya nilai kolerasi (R) sebesar 0,889, dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi (R square) sebesar 0,791 yang mengandung pengertian bahwa pengaruh variabel bebas (*fly ash*) terhadap variabel terikat (flow) kuat sesuai dengan pedoman. Dari tabel *coefficient* diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,018 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel *fly ash* (X) berpengaruh terhadap variabel flow (Y). Berdasarkan nilai t diketahui nilai t_{hitung} sebesar $3,889 > 2,132$ maka H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel *fly Ash* (X) berpengaruh positif terhadap flow pada aspal geopori.

Namun nilai flow yang di dapatkan tidak melebihi syarat maksimum dan memenuhi persyaratan yaitu berkisar antara 2 mm - 6 mm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar bertambah jumlah penambahan *fly ash*, maka benda uji semakin bersifat plastis.

Data hasil percobaan Marshall yang di tampilkan pada Gambar.8 Grafik hubungan VIM dengan persentase kadar *fly ash*, menunjukkan bahwa nilai VIM menurun dari persentase kadar *fly ash* 0% sampai dengan 4% dengan nilai VIM dari 20,88% menjadi 20,18%.

Dari hasil analisa regresi menggunakan aplikasi SPSS V.24 menjelaskan besarnya nilai kolerasi (R) sebesar 0,979, dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi (R square) sebesar 0,958 yang mengandung pengertian bahwa pengaruh variabel bebas (*fly ash*) terhadap variabel terikat (VIM) kuat sesuai dengan pedoman. Dari tabel *coefficient* diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,001 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel *fly ash* (X) berpengaruh terhadap variabel VIM (Y). Berdasarkan nilai t diketahui nilai t_{hitung} sebesar $-9,551 < 2,132$ maka H_0 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel *fly Ash* (X) berpengaruh negatif terhadap VIM pada aspal geopori.

VIM rendah menunjukkan bahwa rongga rongga dalam campuran kecil yang di akibatkan oleh filler *fly ash* yang menyebabkan kekentalan pada aspal, sehingga terjadi penebalan film aspal yang dapat mengakibatkan berkurangnya pori pada aspal, akan tetapi pada penelitian ini semua VIM memenuhi persyaratan.

Grafik hubungan MQ dengan persentase kadar *fly ash* pada Gambar.9 menunjukkan bahwa nilai MQ pada setiap campuran kadar *fly ash* meningkat. Kadar *fly ash* 0% diperoleh hasil 223,01 kg/mm, kadar *fly ash* 2% diperoleh hasil 239,15 kg/mm, kadar *fly ash* 2,5% diperoleh hasil 248,18 kg/mm, kadar *fly ash* 3% diperoleh hasil 276,15 kg/mm, kadar *fly ash* 3,5% diperoleh hasil 284,05 kg/mm, kadar *fly ash* 4% diperoleh hasil 294,84 kg/mm. Nilai MQ pada setiap campuran *fly ash* masuk dalam persyaratan yang telah ditentukan yaitu Maks.400 kg/mm.

Dari hasil analisa regresi menggunakan aplikasi SPSS V.24 menjelaskan besarnya nilai kolerasi (R) sebesar 0,937, dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi (R square) sebesar 0,879 yang mengandung pengertian bahwa pengaruh variabel bebas (*fly ash*) terhadap variabel terikat (MQ) kuat sesuai dengan pedoman. Dari tabel *coefficient* diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,006 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel *fly ash* (X) berpengaruh terhadap variabel MQ (Y). Berdasarkan nilai t diketahui nilai t_{hitung} sebesar $5,381 > 2,132$ maka H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel *fly Ash* (X) berpengaruh positif terhadap MQ pada aspal geopori.

Kenaikan dan penurunan nilai MQ dipengaruhi oleh stabilitas dan flow pada campuran. Jika nilai stabilitas kecil dan nilai flow besar maka menghasilkan campuran yang lunak dan mudah berubah bentuk jika diberi beban. Campuran yang memiliki nilai MQ yang terlalu tinggi berpengaruh kepada campuran yang bersifat kaku dan fleksibilitasnya rendah sehingga campuran akan lebih mudah mengalami retakan (*cracking*).

Berdasarkan keseluruhan data hasil nilai parameter Marshall pada setiap kadar *fly ash* untuk campuran aspal geopori yang menggunakan aspal penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat lapisan permukaan jalan, bahwa persentase kadar *fly ash* yang terkandung pada campuran aspal geopori dapat meningkatkan kinerja fungsi kekuatan pada campuran aspal geopori. Dapat dilihat dari masing-masing diagram yang tertera diatas bahwa semakin banyak *fly ash* yang terkandung didalam campuran aspal geopori maka semakin meningkat nilai stabilitas pada campuran aspal geopori tersebut, akan tetapi mengalami penurunan pada nilai VIM.

IV. SIMPULAN

Beberapa simpulan yang dapat dihasilkan terhadap penelitian ini Hasil uji marshall tanpa tambahan *fly ash* KAO memiliki nilai Stabilitas 702 kg, VIM (Voids in Mineral) 20.88%, MQ (Marshall Quotient) 223,01 kg/m dan memiliki nilai Flow 3,08 mm. Dan hasil uji marshall dengan penambahan *fly ash* 2%-4% sangat berpengaruh pada nilai stabilitas, flow dan marshall quotient dan menjadi peningkatan pada kinerja fungsi kekuatan aspal geopori. Akan tetapi terjadi penurunan pada nilai VIM dengan penambahan persen *fly ash* yang semakin besar. Hasil uji Permeabilitas tanpa kandungan *fly ash* memiliki waktu pengaliran air yang tinggi 0,222 cm/s. Dan hasil uji Permeabilitas dengan tambahan *fly ash* memiliki waktu pengaliran air yang terus menurun pada campuran *fly ash* 2%-4% dari 0.213 cm/s-0.149 cm/s.

DAFTAR PUSTAKA

- AAPA, Australian Asphalt Pavement Association, 1997. *Open Graded Asphalt Design Guide*, Australian.
- Arlia, L., Saleh, S. M., & Anggraini, R. (2018). Karakteristik Campuran Aspal Porus Dengan Substitusi Gondorukem Pada Aspal Penetrasi 60/70. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 657-666.
- Hariyadi., Hudhiyantoro. 2012. "ANALISIS LIMBAH BATUBARA (FLY ASH) SEBAGAI ALTERNATIF SEMEN UNTUK BETON PADA PERISAI SINAR PENGION COBALT – 60 DITINJAU DARI SEGI BIAYA". *Extrapolasi Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya*.
- Nabilla, F. S., Saleh, S. M., & Mutiawati, C. (2020). Karakteristik Campuran Aspal Porus Dengan Buton Granular Asphalt Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Dan Styrofoam Substitusi Aspal Pen 60/70. *Journal of The Civil Engineering Student*, 2(1), 92-98.
- Priyatno, D. (2010). *Paham Analisa Statistik Data Dengan SPSS*, Penerbit Mediakom Krasak Timur Yogyakarta.
- Ramdhani, D. (2017, 28 September 2017). "Beri Solusi Banjir, Dosen ITB Ciptakan Bahan Jalan yang Bisa Serap Air" *Kompas.com online 28 September 2017*. [online]. Tersedia : <https://regional.kompas.com/read/2017/09/28/06480081/beri-solusi-banjir-dosen-itb-ciptakan-bahan-jalan-yang-bisa-serap-air?page=1>, di akses pada 11 juli 2021.
- Riswan, O (2017, 25 September). "Wow, Konstruksi Jalan Penyerap Banjir Karya Profesor ITB Ternyata Lebih Murah dan Tahan 40 Tahun" *Okenews online 25 September 2017*. [online]. Tersedia : <https://news.okezone.com/read/2017/09/25/525/1782653/wow-konstruksi-jalan-penyerap-banjir-karya-profesor-itb-ternyata-lebih-murah-dan-tahan-40-tahun>, di akses pada 11 Juli 2021.

- Sarwono, D., & Wardhani, A. K. (2007). Pengukuran Sifat Permeabilitas Campuran Porous Asphalt. *Media Teknik Sipil*, 7(2), 131-138.
- Sembung, N. T., Sendow, T. K., & Palenewen, S. C. 2020. ANALISA CAMPURAN ASPAL PORUS MENGGUNAKAN MATERIAL DARI KAKASKASEN KECAMATAN TOMOHON UTARA KOTA TOMOHON. *JURNAL SIPIL STATIK*, 8(3).
- Setiawati, M. 2018. Fly ash sebagai bahan pengganti semen pada beton. *Prosiding Semnastek*.
- Subono, V. P. 2011. *Karakteristik Marshall Campuran Asphalt Concrete (AC) dengan Bahan Pengisi (Filler) Abu Vulkanik Gunung Merapi*. Tugas Akhir. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*, Jakarta: Granit.
- Sukirman, Silvia. 2016. *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Sulaiman. 2012. "KINERJA CAMPURAN ASPAL BETON AC-BC BERDASARKAN VARIASI SUHU PENCAMPURAN". *Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe*.
- Suryono, J., Karminto, K., & Arifan, A. (2019, November). "PENGARUH CRUMB RUBBER DENGAN MATERIAL LOKAL SERTA FILLER BATU LATERIT TERHADAP NILAI MARSHALL ASPHALL CONCRETE-BINDER COURSE (AC-BC)". In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi, Inovasi dan Aplikasi di Lingkungan Tropis* (Vol. 2, No. 1, pp. 39-50).
- Tenriajeng, A. T. 1999. *Rekayasa Jalan Raya-2*. Jakarta: Universitas Gunadharma.
- Veranita, V. 2016. "Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Aspal Porus Menggunakan Retona Blend 55 dengan Metode Australia". *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi*, 2(1).
- Yuniarti, R. (2015). Modifikasi Aspal dengan Getah Pinus dan Fly Ash untuk Menghasilkan Bio-Aspal. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 1(2).

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

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

³) Dosen, Program 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 penomoran Arab (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-tengah bawah dari gambar tersebut, sedangkan untuk tabel terletak di tengah-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 arab di dalam tanda kurung.

F. *Referensi*

Setiap dokumen/pustaka yang disitasi pada Jurnal Sipil Sains Terapan ini harus dituliskan di bagian referensi ini. Jumlah pustaka yang disitasi minimal 10 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. Kesimpulan 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

