



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 FINE MODULUS 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 FINE MODULUS 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

KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON AC-BC DENGAN PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK DAN FLY ASH

Permata Sari¹, Mulizar², Muhammad Reza³

¹ Mahasiswa, Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Program Sarjana Terapan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: permatasari23okt@gmail.com

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

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

ABSTRAK

Latar belakang penelitian ini berawal dari tingginya volume limbah plastik yang sulit terurai serta melimpahnya *fly ash* sebagai residu pembakaran batu bara. *Fly ash* memiliki potensi sebagai bahan tambah dalam campuran aspal, khususnya dalam meningkatkan kekuatan dan ketahanan terhadap deformasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan limbah plastik dan *fly ash* pada campuran aspal beton (AC-BC) dalam upaya meningkatkan kinerja perkerasan jalan. Penelitian ini melakukan pengujian terhadap campuran AC-BC dengan variasi komposisi *fly ash* (0%, 2%, 4%, 5%, 6%) dan plastik HDPE sebesar 12% dari volume campuran aspal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan *fly ash* dan plastik HDPE berpengaruh signifikan terhadap parameter Marshall, termasuk peningkatan stabilitas hingga 4120 kg pada kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,5%. Selain itu, penambahan *fly ash* juga meningkatkan nilai Marshall Quotient (MQ) hingga 1072,3 kg/mm, menunjukkan peningkatan kekakuan campuran. Nilai Void in Mineral Aggregate (VMA) dan Void Filled Bitumen (VFB) juga menunjukkan variasi yang signifikan, tergantung pada komposisi campuran. Berdasarkan hasil ini, disimpulkan bahwa campuran aspal dengan penambahan *fly ash* dan plastik HDPE dapat menghasilkan perkerasan yang lebih kuat dan tahan lama.

Kata kunci: *fly ash*, plastik HDPE, aspal beton (AC-BC), Marshall

I. PENDAHULUAN

Plastik merupakan material yang dipergunakan secara luas dikarenakan sifatnya yang praktis, dapat digunakan untuk sekali pemakaian, ringan, serta harganya murah, sehingga plastik menjadi penyumbang terbesar volume sampah terutama di kota-kota besar. Menurut (SIPSN, 2020) timbunan sampah 19,562,664.13 (ton/tahun), pengurangan sampah 2,981,304,89 (ton/tahun), penanganan sampah 9,914,314.88 (ton/tahun), sampah terkelola 12,895,619.57 (ton/tahun), dan sampah tidak terkelola 6,667,044.56 (ton/tahun). Plastik ini dalam tanah tidak dapat diurai oleh mikroorganisme sehingga menyebabkan berkurangnya mineral dalam tanah.

Abu terbang (*fly ash*) merupakan salah satu residu dari hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik. Fly ash tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen, namun dengan kehadiran air dan ukurannya yang halus, silika oksida (SiO₂) yang dikandung di dalam fly ash akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan yang mengikat (Hasrullah, Syarif, & Harwadi, 2023).

Pemanfaatan fly ash sebagai bahan tambah beton sudah banyak diteliti dan dikembangkan di Indonesia, dan di negara-negara maju yang banyak menghasilkan batubara seperti Amerika Serikat, Australia, Yugoslavia dan negara lainnya. Tetapi belum banyak pemanfaatan atau penelitian yang mengaplikasikan fly ash untuk campuran aspal dengan

penambahan limbah plastik. Mengingat perilaku fly ash jika dalam keadaan halus dan adanya air pada suhu biasa akan membentuk persenyawaan yang mempunyai sifat semen.

Beton aspal merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Campuran beton aspal tersebut terdiri atas agregat kasar, agregat halus, filler dan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Filler yang biasa disebut juga bahan pengisi dapat diperoleh dari hasil pemecahan batuan secara alami maupun buatan. Filler yang umum digunakan adalah semen. Mengingat sangat langka keberadaan bahan abu batu, untuk itu sebagai pengganti abu batu dipilih bahan alternatif, dengan memakai fly ash. Bahan sisa pembakaran batubara yang berupa abu batu dan mengandung silika ini dapat menimbulkan pencemaran lingkungan jika tidak ditangani secara memadai.

Mengacu pada hal tersebut maka penulis ingin melakukan pengujian terhadap nilai marshall lapisan aspal AC-BC yang dimodifikasi dengan penambahan campuran biji plastik guna mendapatkan nilai stabilitas optimum dan nilai durabilitas optimum fly ash dengan beberapa karakteristik campuran

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini yaitu menganalisa karakteristik campuran AC-BC dengan digunakannya komposisi penambahan presentase limbah plastik dan fly ash. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisa pengaruh penggunaan kadar aspal beton optimum terhadap campuran limbah plastik dan fly ash.

Aspal merupakan salah satu jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*) yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Ketersediaan semakin menurun seiring dengan semakin menurunnya ketersediaan aspal dunia. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu di cari alternatif pengganti yaitu dengan mengembangkan aspal modifikasi dengan cara mensubstitusikan sebagian dari jumlah aspal dengan bahan polimer untuk menghemat penggunaan aspal tanpa mengurangi kualitas dari campuran yang diharapkan dapat meningkatkan kinerja stabilitas. (Asri, Kurniasar, & Bunyamin, 2022)

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode basah yang mengacu pada (SIPSN, 2020). Lapis aspal beton merupakan jenis tertinggi dari perkerasan yang merupakan campuran dari bitumen dengan agregat bergradasi dan cocok untuk jalan yang layak dilalui kendaraan berat. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika digunakan semen aspal, maka suhu pencampuran umumnya antara 145° - 155°C, sehingga disebut aspal beton campuran panas. Campuran ini lebih dikenal juga dengan nama hotmix. (Gunarto & Candra, 2019).

Hasil survey ditemukan, bahwa banyak plastik *High Density Poly Ethylene* (HDPE) berupa: botol-botol plastik bekas wadah: sampah, makanan, oli kendaraan yang bertanda HDPE-2, mempunyai daya tahan terhadap suhu -40°C sampai 90°C serta titik leleh ±134°C, sedangkan aspal mempunyai titik leleh 48°C. Jadi dengan menambahkan biji plastik HDPE pada aspal akan menaikkan titik lelehnya, sehingga menjadikan aspal modifikasi lebih tahan terhadap perubahan cuaca. (Sumiati, et al. 2019).

Fly ash yang merupakan sisa-sisa pembakaran batu bara, yang dialirkan dari ruang pembakaran melalui ketel berupa semburan asap. Fly ash berukuran 0,074-0,005 mm. Fly ash yang diperoleh dari pembakaran batu bara dengan suhu 1600°C yang memiliki kandungan komponen silika sebesar 72,2% menurut pengujian dari balai riset dan standarisasi industri Medan. Karena sifatnya menyerupai semen sehingga dapat berfungsi sebagai bahan perekat dan dapat mengurangi penggunaan semen (Dicky Yongko, 2017).

II. METODOLOGI

A. *Material dan Peralatan yang Diperlukan*

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Jalan Raya Politeknik Negeri Lhokseumawe. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap pengujian yang berguna untuk mendapatkan data yang dibutuhkan

1. Agregat. Pada penelitian ini digunakan agregat yang berasal dari *stone crusser* PT. Alhas Jaya Group sebagai bahan material dalam penelitian pembuatan benda uji yang akan dilaksanakan oleh peneliti pada Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.
2. Jenis aspal. Pada penelitian ini, digunakan beton aspal AC–BC sebagai bahan pengikat agregat.
3. Fly Ash. Pada penelitian ini, peneliti digunakan fly ash yang merupakan sisa-sisa pembakaran batu bara, yang berasal dari PLTU Pangkalan Susu.
4. Plastik HDPE. Pada penelitian ini, peneliti juga digunakan biji plastik tipe HDPE, sebagai bahan substitusi perekat dengan aspal. Biji plastik yang digunakan dapat dibeli di berbagai *market place* dari toko *online store*
5. Peralatan. Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Peralatan yang digunakan

No	Nama Peralatan	No	Nama Peralatan
1	Hot Pan	9	Penetrometer
2	Marshall Test	10	Termometer
3	Mesin penumbuk	11	Water Bath
4	Picnometer	12	Oven
5	Cetakan/mold	13	Stopwatch
6	Kerucut	14	Set Ayakan
7	Timbangan	15	Gelas Ukur
8	Kompor	16	Jangka Sorong

B. Metode Pengumpulan Data

Pemeriksaan bahan meliputi pemeriksaan agregat dan sifat fisis aspal. Pemeriksaan yang dilakukan mengikuti prosedur pemeriksaan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan berdasarkan spesifikasi umum 2018. Pemeriksaan agregat meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, serta berat isi. Pemeriksaan beton aspal yang dilakukan meliputi pemeriksaan penetrasi, titik lembek, dan berat jenis. Variasi presentase kadar aspal yang menggunakan nilai $P_b -1\%$, $P_b -0,5\%$, $P_b 0\%$, $P_b +0,5\%$, $P_b +1\%$ terhadap campuran presentase kadar aspal terhadap agregat.

C. Benda Uji Kadar Aspal

Menyiapkan benda Uji Marshall pada kadar aspal berada di atas nilai P_b dan kadar aspal berada di bawah nilai P_b , sebagai Berikut:

1. Kadar aspal (P_b) – 1,0%
2. Kadar aspal (P_b) – 0,5%
3. Kadar aspal (P_b)
4. Kadar aspal (P_b) + 0,5%
5. Kadar aspal (P_b) + 1,0%

Agregat dan aspal yang telah memenuhi spesifikasi dilakukan percampuran. Tiap variasi kadar aspal dibuat 3 benda uji, sehingga jumlah benda uji adalah 15 buah.

D. Pengujian Marshall

Memasuki tahap pertama pengujian Marshall, yaitu penimbangan bahan. Langkah ini krusial untuk menentukan proporsi yang tepat sebelum proses pengujian dilanjutkan. Berikut proses penimbangan dengan teliti dan akurat yang akan dilakukan.

1. Pemeriksaan Berat Jenis Campuran. Setelah proses pencampuran dan pemadatan, benda uji dikeluarkan dari cetakan kemudian diukur pada tiga sisi tiap-tiap benda uji dan ditimbang untuk memperoleh berat benda uji kering. Kemudian merendam benda uji di dalam bak perendaman (water bath) selama 3-5 menit dan ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air. Kemudian benda uji diangkat dan dilap sehingga kering permukaan dan didapatkan berat benda uji pada kondisi kering permukaan jenuh.
2. Pengujian. Pengujian dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap (*flow*) dari campuran aspal. Berikut langkah-langkah pengujian dengan alat marshall:
3. Benda uji direndam dalam bak perendaman pada suhu 60 °C selama 30 menit.
4. Bagian dalam permukaan kepala penekan dibersihkan dan dilumasi agar benda uji mudah dilepaskan setelah pengujian.
5. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam, letakkan benda uji tepat di tengah pada bagian bawah kepala penekan kemudian letakkan bagian atas kepala penekan dengan memasukkan lewat batang penuntun, kemudian letakkan pemasangan yang sudah lengkap tersebut tepat di tengah alat pembebanan, arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada kedudukan diatas salah satu batang penuntun

E. *Pencampuran Limbah Plastik Tipe HDPE dan Fly Ash*

Agregat dan aspal yang telah memenuhi spesifikasi dilakukan pencampuran sesuai komposisi. Kemudian dilakukan perhitungan persentase split, screen, dust dan pasir dari berat total campuran.

Tabel 2. Rancangan benda uji penambahan HDPE dan Fly Ash

No	Benda Uji (BU)	Kadar Plastik HDPE	Filler		Jumlah Benda Uji
			Fly Ash (%)	Semen	
1	BU-1	12%	0	6	3
2	BU-2	12%	2	5	3
3	BU-3	12%	4	4	3
4	BU-4	12%	5	2	3
5	BU-5	12%	6	0	3
Jumlah Benda Uji					15

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Pemeriksaan Sifat Fisis Agregat*

Dari data penelitian berat jenis agregat split dengan hasil 2,50 gr/cm³ persyaratan yang ditetapkan yaitu $\geq 2,50$ gr/cm³, *agregat screen* dengan hasil 2,55 gr/cm³ persyaratan yang ditetapkan yaitu $\geq 2,50$ gr/cm³, *agregat dust stone* dengan hasil 2,63 gr/cm³ persyaratan yang ditetapkan yaitu $\geq 2,50$ gr/cm³, agregat pasir dengan hasil 2,38 gr/cm³ persyaratan yang ditetapkan yaitu $\geq 2,50$ gr/cm³. Sedangkan penyerapan agregat split dengan hasil 0,51% persyaratan yang ditetapkan yaitu <3% berat, penyerapan *agregat screen* dengan hasil 1,68% persyaratan yang ditetapkan yaitu <3% berat, penyerapan *agregat dust stone* dengan hasil 2,75% persyaratan yang ditetapkan yaitu <3% berat dan penyerapan agregat pasir dengan hasil 2,67% persyaratan yang ditetapkan yaitu <3% berat. Dalam hal ini penelitian tetap dilanjutkan menggunakan material yang sama untuk dapat mengetahui pengaruhnya terhadap nilai Parameter *Marshall* pada campuran laston AC-BC.

B. *Pemeriksaan Sifat Fisis Aspal*

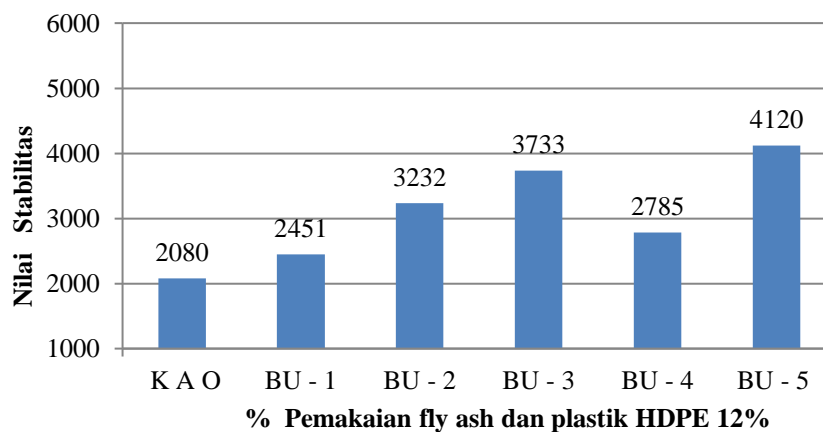
Aspal yang digunakan pada penelitian ini merupakan aspal pen 60/70 dan telah di uji sifat fisisnya dengan berdasarkan pengujian yang dikaitkan dengan literature, maka aspal

yang digunakan memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Tahun 2018, Divisi 6 Perkerasan Aspal, Seksi 6.3.3. Oleh karena itu aspal tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran pada lapisan *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)*.

C. Parameter Marshall pada Kadar Plastik HDPE 12 % dan Variasi Fly Ash

1. Nilai Stabilitas

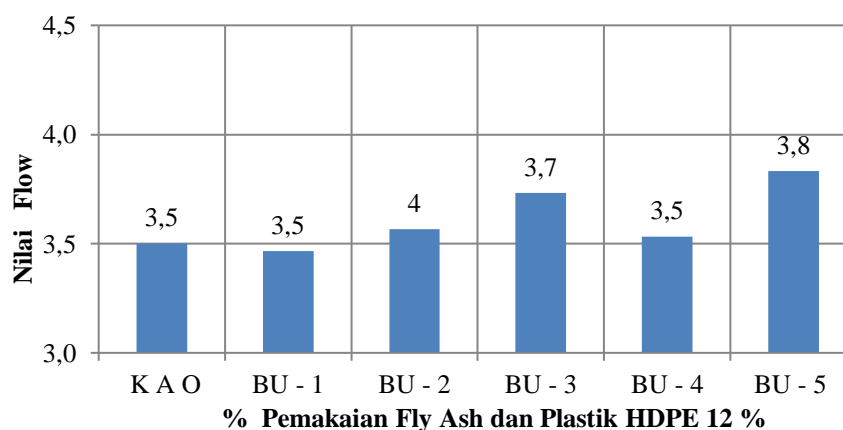
Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk, kualitas, tekstur permukaan dan gradasi agregat yaitu gesekan antar butiran agregat dan penguncian antar agregat, daya lekat dan kadar dalam campuran aspal. Berikut hasil dari pengujian marshall pada nilai stabilitas dengan penambahan plastik HDPE 12% dan *fly ash*.



Gambar 1. Pengaruh variasi plastik HDPE dan Fly Ash terhadap nilai stabilitas

2. Kelelahan

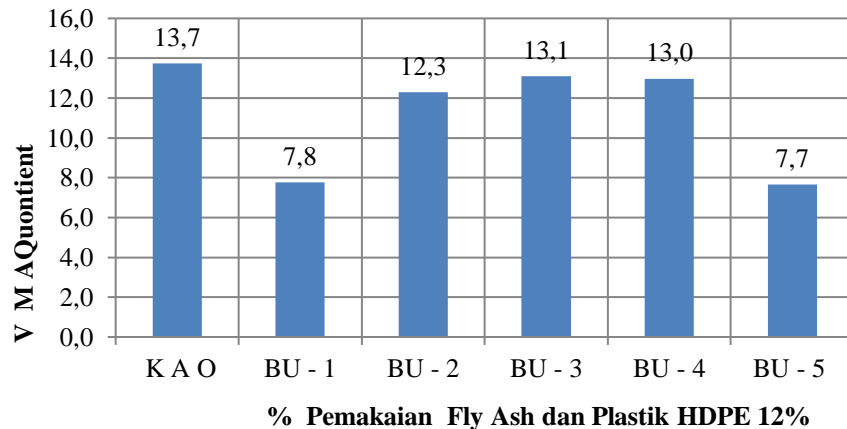
Kelelahan (*Flow*) menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan. Nilai kelelahan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain gradasi, kadar aspal, bentuk dan permukaan agregat. Nilai *flow* langsung dapat dibaca dari pembacaan arloji saat pengujian *Marshall*.



Gambar 2. Pengaruh variasi plastik HDPE dan Fly Ash terhadap nilai *flow*

3. Voids in the Mineral Agregate

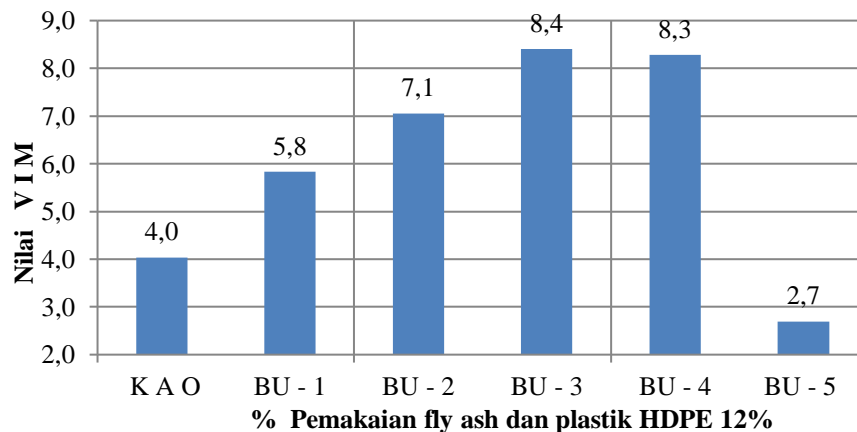
Voids in the Mineral Agregate (VMA) adalah volume rongga udara yang terdapat dalam beton aspal padat, dinyatakan dalam persentase. Berikut hasil pada pengujian VMA dengan penambahan persentase plastik HDPE dan *fly ash*



Gambar 3. Pengaruh variasi plastik HDPE dan Fly Ash terhadap nilai VMA

4. Voids in Mineral

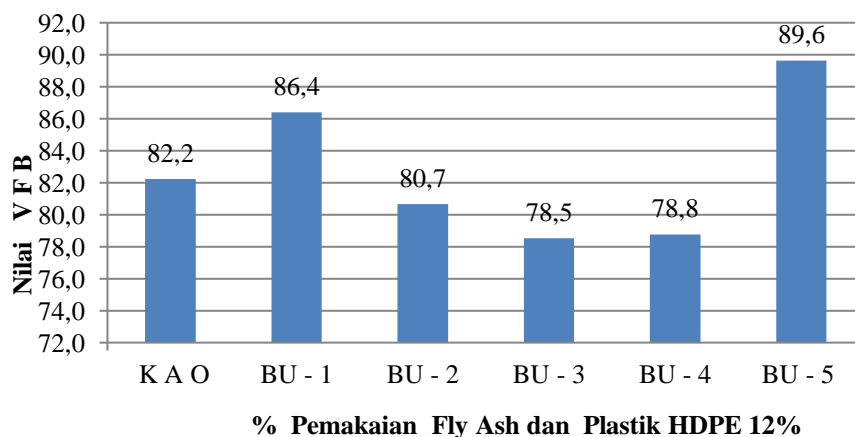
Berikut hasil dari pengujian VIM dengan penambahan persentase plastik HDPE 12% dan *fly ash*.



Gambar 4. Pengaruh variasi plastik HDPE dan Fly Ash terhadap nilai VIM

5. Voids Filled with Bitumen

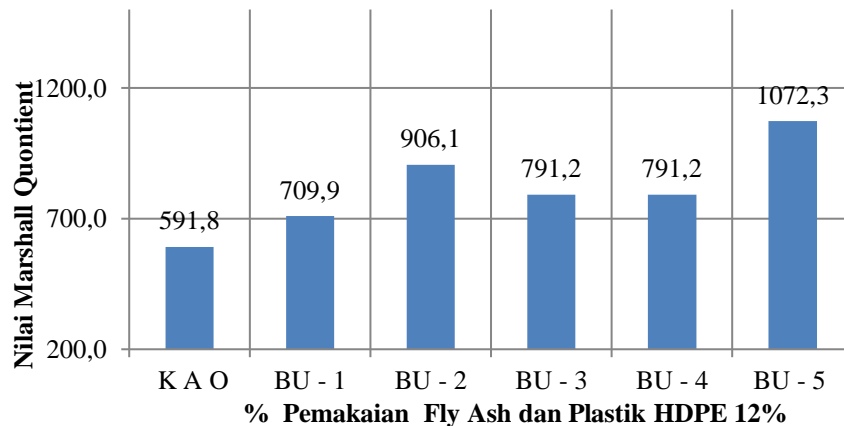
Hasil pengujian VFB pada pengujian marshall bisa dilihat pada grafik berikut.



Gambar 5. Pengaruh variasi plastik HDPE dan Fly Ash terhadap nilai VFB

6. Marshall Quotient

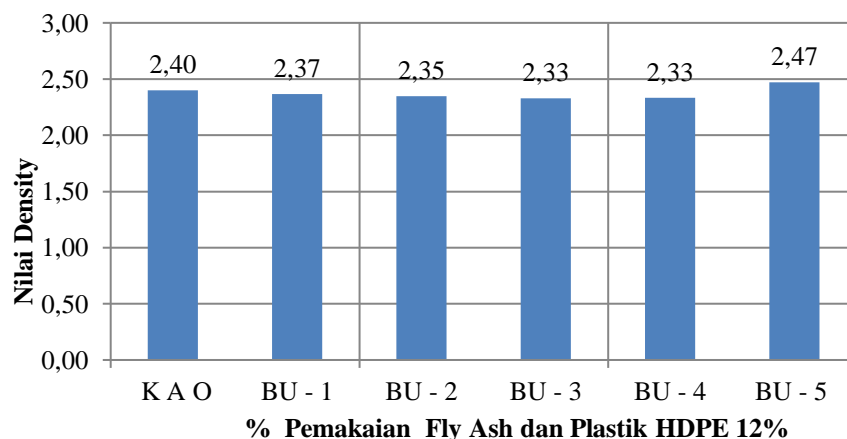
Berikut data hasil pengujian MQ (*Marshall Quotient*) pada pengujian pengujian yang telah dilaksanakan.



Gambar 6. Pengaruh variasi plastik HDPE dan Fly Ash terhadap nilai Marshall Quotient

7. Kepadatan

Berikut hasil dari keseluruhan hasil uji *density* yang memenuhi batas persyaratan yaitu $> 2 \text{ gr/cm}^3$.



Gambar 7. Pengaruh variasi plastik HDPE dan Fly Ash terhadap nilai Density Pengaruh variasi plastik HDPE dan Fly Ash terhadap nilai Density

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa agregat yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan, dengan penyerapan kurang dari 3% dan berat jenis rata-rata lebih dari 2,50. Gradasi agregat menunjukkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi dengan komposisi *mix design* yang optimal. Kadar aspal optimum untuk campuran AC-BC ditetapkan sebesar 5,5%. Pada kadar aspal ini, stabilitas, flow, VIM, VMA, VFB, dan Marshall Quotient (MQ) memenuhi syarat spesifikasi yang ada. Pengaruh penambahan limbah plastik dan *fly ash* pada campuran AC-BC meningkatkan kinerja Marshall. Hasil pengujian Marshall menunjukkan bahwa dengan penambahan limbah plastik HDPE dan *fly ash*, stabilitas campuran meningkat dibandingkan dengan campuran tanpa penambahan dengan spesifikasi memenuhi semua parameter yang ditentukan oleh spesifikasi umum tahun 2018, yang menunjukkan bahwa campuran ini layak untuk digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Albar, M. F. (2023). Pemanfaatan Plastik HDPE Sebagai Bahan Aditif pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC). *e Jurnal Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 1-49.
- Amir Fauzi, d. (2021). Pengaruh Penggunaan Fly Ash PLTU Pangkalan Susu Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer. *eJurnal Politeknik Negeri Lhokseumawe*, A-72.
- Asri, J., Kurniasar, F. D., & Bunyamin. (2022). Pemanfaatan Getah Karret Untuk Substitusi Aspal Modifikasi Lapis Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Dengan Metode Basah. *Teknik Sipil dan Teknologi Kontruksi*, 60-68.
- Dicky Yongko. (2017). Pengaruh Substitusi Fly Ash Terhadap Semen Dan Bottom Ash Terhadap Agregat Halus Dalam Sifat Mekanik Beton SCC (Self Compacting Concrete). *Scholar*, 2.
- Gunarto, A., & Candra, A. I. (2019). Penelitian Campuran Aspal Beton Dengan Menggunakan Filler Bunga Pinus. *Teknik Sipil Dan Teknologi Kontruksi*.
- Hasrullah, Syarif, L. A., & Harwadi, F. (2023). Pemanfaatan Limbah Plastik dan Fly Ash Pada Campuran Lapis Perkerasan Jalan. *Journal Of Aplied Civil Engineering and Infrastucture Teknologi (JACEIT)*, 14-22.
- PUPR. (2020). *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Kontruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 2)*. Direktorat Jendral Bina Marga.
- Qurny, A. U. (2022). Pengaruh Penambahan Bahan Pengisi (Filler) Fly Ash Terhadap Campuran Aspal Beton Lapis Aus (Asphalt Concrete Wearing. *Jurnal Artesis*, 87-97.
- Simangunsong, J. E., & Alkas, M. J. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik PET sebagai Bahan Tambah Aspal pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC). *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*.
- SIPSN. (2020). Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah. p. 1.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: NOVA.
- Sukirman, S. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit.
- Tahir, A. (2009). Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara. *SMARTek*.
- Touran, A. L., Kaseke, O. H., Kereh, L. F., & Sendow, T. K. (2013). Pengaruh Porositas agregat Terhadap Berat Jenis Maksimum Campuran. *Jurnal Sipil Statik*, 190-195.
- Widyyanningsih, N. (2019). Pengaruh Variasi Kadar Filler Abu Cangkang Kerang Terhadap Parameter Marshall di Lapisan Laston AC-WC. *Jurnal Ilmiah Universitas Semarang*, 3.
- Zuhaid, M. A., Turisno, B. E., & Suharto, R. (2016). Perlindungan Konsumen terhadap Peredaran Obat Tanpa Izin Edar yang Dijual Secara Online di Indonesia. *Diponogoro Law Journal*, 1-12.

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

