



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 Riyadhshyah)	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

UJI MARSHALL ASPAL BETON AC-WC DENGAN VARIASI BERBAGAI WAKTU PERENDAMAN AIR HUJAN

M. Al Arrasty Damanja¹, Miswar², Deni Iqbal³

¹ Mahasiswa, Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Program Sarjana Terapan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: m.alarrastydamanja02@gmail.com

² Dosen, Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Program Sarjana Terapan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: miswarsipil65@pnl.ac.id

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

ABSTRAK

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi bentuk campuran aspal beton dalam kondisi terendam air hujan dan mengevaluasi pengaruh waktu rendaman terhadap bentuk campuran aspal beton. Untuk pembuatan benda uji digunakan presentase agregat kasar 10%, medium 30%, dan halus 60%. Kadar optimum yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5,67%. Hasil Pengujian Aspal AC-WC dengan kadar aspal 5,67% adalah VMA = 14,7 %, VIM = 5,7 %, Stabilitas = 2738 kg, VFB = 79,6 %, Density = 2,32 (gr/cm³), Flow = 3,9 mm dan MQ = 691,6 (kN/mm). Untuk waktu perendaman yang singkat, menyebabkan campuran aspal mengalami pemadatan yang mengakibatkan nilai kelelahan menjadi lebih kecil dan nilai MQ menjadi lebih besar. Untuk waktu perendaman yang lama, stabilitas campuran aspal semakin kecil, dan sampel menjadi lebih lentur yang ditandai dengan nilai MQ yang semakin kecil dan kelelahan semakin besar.

Kata Kunci: AC - WC, Uji Marshall, Air Hujan

I. PENDAHULUAN

Aspal beton adalah salah satu material konstruksi jalan yang paling umum digunakan di seluruh dunia. Sifat dan kinerja aspal beton sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di mana aspal beton ditempatkan. Salah satu kondisi lingkungan yang sering dihadapi aspal beton adalah terendam air hujan, yang dapat mempengaruhi ketahanan mekanisnya. Dalam kondisi terendam air hujan, campuran dapat mengalami perubahan sifat fisik dan mekanis yang signifikan, seperti penurunan stabilitas, kekuatan geser, dan ketahanan terhadap deformasi permanen. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang bentuk campuran dalam kondisi terendam air hujan menjadi penting dalam memastikan keberlanjutan jalan dan jembatan yang dibangun dengan material ini

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang sangat penting untuk menunjang pergerakan penduduk yang semakin tinggi (Anni & Eko, 2019). Perencanaan jalan harus memperhatikan beban dan tingkat kepadatan lalu lintas pada daerah tersebut agar tercapai konstruksi jalan yang nyaman, kuat, tahan lama dan mampu memenuhi kebutuhan penduduk untuk mengakses ke tempat yang dibutuhkan. Indonesia merupakan salah satu Negara yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat atau sering disebut perkerasan lentur. Menurut Bina Marga 2018 revisi 2, Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) adalah sistem perkerasan jalan dimana konstruksinya terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan perkerasan fungsinya untuk menyebarkan beban roda kendaraan sehingga dapat ditahan oleh tanah dasar dalam batas daya dukungnya. Salah satu sifat laston adalah peka terhadap terjadinya penyimpangan perencanaan dan pelaksanaannya di lapangan. Oleh karena itu bila terjadi kondisi tersiram air hujan pada

proses pengangkutan campuran beraspal di lapangan akan mengakibatkan campuran tidak dapat dipergunakan untuk keperluan pembangunan konstruksi jalan raya. Sekarang ini daerah-daerah di Indonesia mengalami musim hujan, sehingga kerusakan jalan seringkali dikaitkan dengan fenomena alam ini.

Beberapa faktor penyebab kerusakan jalan adalah efek air, kendaraan kelebihan beban, aplikasi konstruksi perkerasan yang tidak memenuhi persyaratan teknis, proses pemadatan campuran beraspal yang dilakukan di lapangan pada temperatur yang tidak tepat dan tidak sesuai dengan yang disyaratkan, sehingga akan mempengaruhi bentuk campuran beton aspal. Salah satu usaha untuk meningkatkan struktur perkerasan, dapat dilakukan dengan memperbaiki material dan metoda pelaksanaan di lapangan agar sesuai dengan persyaratan uji di laboratorium. Hal ini dikarenakan suhu pemadatan merupakan faktor yang sangat penting dalam proses pemadatan pada campuran beraspal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi ketahanan campuran aspal beton dalam kondisi terendam air hujan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh waktu rendaman terhadap campuran aspal beton.

A. *Gambaran Umum Struktur Jalan*

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dibedakan menjadi Perkerasan Lentur, Perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Perkerasan Kaku, Perkerasan yang menggunakan semen (portland cement) sebagai bahan pengikat. Perkerasan Komposit, Lapisan perkerasan yang menggabungkan perkerasan kaku dan perkerasan lentur.

B. *Material Perkerasan Jalan*

Material dasar pembentuk lapisan perkerasan jalan, khususnya perkerasan lentur, adalah agregat dan aspal. Agregat merupakan material dengan komposisi terbesar dalam suatu lapisan perkerasan jalan (I Nyoman dkk, 2016). Daya dukung lapisan perkerasan ditentukan dari sifat butir-butir agregat dan gradasi agregatnya. Sedangkan aspal berfungsi sebagai material pengikat agregat.

C. *Air Hujan*

Hujan merupakan satu bentuk presipitasi, atau turunan cairan dari angkasa, seperti salju, hujan es, embun dan kabut (Miftahul & Ade, 2017). Hujan terbentuk apabila titik air yang terpisah jatuh ke bumi dari awan. Hujan memainkan peranan penting dalam siklus hidrologi di mana air dari laut menguap, bertukar menjadi awan, terkumpul menjadi awan, lalu turun kembali ke bumi, dan akhirnya kembali ke laut melalui sungai dan anak sungai. Batas nilai rata-rata pH air hujan adalah 5.6, merupakan nilai yang dianggap normal atau hujan alami seperti yang telah disepakati secara internasional. Apabila pH air hujan lebih rendah dari 5.6 maka hujan bersifat asam, atau sering disebut dengan hujan asam dan apabila pH air hujan lebih besar 5.6 maka hujan bersifat basa. Dampak hujan yang bersifat asam dapat mengikis bangunan/gedung atau bersifat korosif terhadap bahan bangunan, merusak kehidupan biota di danau-danau, dan aliran sungai.

Terendahnya campuran aspal beton dalam air, terutama air hujan, dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas dan kinerja campuran tersebut. Standar ASTM International, seperti ASTM D1075, memberikan pedoman tentang pengujian ketahanan campuran aspal beton terhadap kondisi terendam air. Berikut adalah beberapa pengaruh terendahnya campuran aspal beton yang perlu dipertimbangkan:

1. Pengaruh Terhadap Kekuatan

2. Pengaruh Ketahanan Terhadap Deformasi
3. Pengaruh Terhadap Stabilitas
4. Pengaruh Terhadap Daya Tahan Tadar Pencernaan
5. Pengaruh Terhadap Kehilangan Aspal

D. *Pengujian Marshall*

Pengujian stabilitas Marshall merupakan metode standar yang digunakan untuk menentukan stabilitas campuran aspal beton (Mohamad Puwoko dkk, 2020). Stabilitas ini mengindikasikan kemampuan campuran untuk menahan deformasi dan beban.

Pengujian Marshall adalah salah satu metode standar yang digunakan untuk mengukur sifat-sifat mekanis dan stabilitas campuran aspal beton. Metode ini dikembangkan oleh Bruce Marshall pada tahun 1930-an dan sejak itu menjadi salah satu standar pengujian yang paling umum digunakan di seluruh dunia. Berikut adalah penjelasan mendalam tentang pengujian Marshall:

1. Tujuan Pengujian Marshall
 - a. Tujuan utama dari pengujian Marshall adalah untuk menentukan stabilitas dan *flow* (perataan) dari campuran aspal beton.
 - b. Stabilitas mengindikasikan kemampuan campuran untuk menahan pemecahan dan *deformasi plastis* saat dikenakan beban.
 - c. *Flow* mengukur kemampuan campuran untuk mengalir atau berubah bentuk saat dipanaskan
2. Prosedur Pengujian
 - a. Campuran aspal beton dipanaskan hingga mencapai suhu tertentu, biasanya sekitar 135-165 derajat Celsius, untuk mendapatkan viskositas aspal yang cukup agar menempelkan agregat dengan baik.
 - b. Campuran yang dipanaskan kemudian dicetak dengan menggunakan *mold* (cetakan) Marshall untuk membentuk benda uji berbentuk silinder dengan diameter dan tinggi tertentu.
 - c. Benda uji yang terbentuk kemudian dibiarkan mendingin di dalam air selama beberapa jam sebelum dilakukan pengujian stabilitas dan *flow*.
3. Pengujian Stabilitas
 - a. Stabilitas campuran diukur dengan cara memberikan beban aksial secara perlahan pada benda uji hingga mencapai titik patah (*failure*).
 - b. Beban yang diberikan akan menyebabkan benda uji mengalami perataan (*flow*), dan stabilitas diukur sebagai kekuatan maksimum yang dibutuhkan untuk mencapai perataan tersebut.
 - c. Hasil stabilitas diukur dalam kilogram atau pound dan digunakan untuk mengevaluasi kualitas campuran aspal beton.
4. Pengujian *Flow*
 - a. Pengujian *flow* mengukur *deformasi* (perataan) dari campuran aspal beton saat diberikan beban.
 - b. Benda uji ditempatkan di bawah mesin Marshall, dan beban aksial diberikan hingga mencapai titik perataan.
 - c. Deformasi campuran diukur dalam satuan 0,25 mm dan hasilnya direkam sebagai nilai *flow*.

E. *Perubahan Fisik Dan Mekanis*

Ketika campuran aspal beton terendam dalam air hujan, terjadi interaksi antara aspal, agregat, dan air yang dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanis campuran. Penyerapan air oleh aspal dan agregat dapat menyebabkan penurunan stabilitas dan kekuatan campuran.

Terendahnya campuran aspal beton dalam air hujan dapat menyebabkan berbagai perubahan fisik dan mekanis yang signifikan. Menurut Nailil Khairini (2023), berikut adalah detail perubahan fisik dan mekanis yang terjadi pada campuran aspal beton yang terendam dalam air hujan:

1. Penurunan Stabilitas Marshall
2. Penurunan Kekuatan Geser
3. Perubahan Massa dan Kandungan Air
4. Penurunan Modulus Elastisitas
5. Perubahan Struktur Mikro

F. *Pengaruh Waktu Rendaman*

Variasi waktu rendaman juga berpengaruh pada karakteristik campuran Aspal Beton dalam kondisi terendam air hujan. Waktu rendaman yang lebih lama dapat menyebabkan penyerapan air yang lebih besar, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi stabilitas dan kekuatan campuran.

Waktu rendaman campuran aspal beton dalam air hujan adalah faktor penting yang dapat mempengaruhi sifat dan kinerja campuran tersebut. Menurut Tommy Iduwin (2020), berikut adalah detail pengaruh waktu rendaman campuran aspal beton dalam air hujan:

1. Penurunan Stabilitas Marshall
2. Peningkatan Risiko Deformasi

II. METODOLOGI

A. *Lokasi Studi*

Lokasi pengambilan sampel agregat pada penelitian ini diambil dari desa Mana Kareung, kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe.



Gambar 1. Peta lokasi

B. *Rancangan Penelitian*

Pada tahap pertama, dilakukan persiapan material yang digunakan. Material yang dipersiapkan antara lain aspal dan agregat untuk membuat benda uji serta air hujan yang digunakan untuk merendam benda uji. Setelah semua material terkumpul, maka akan dilakukan pengujian standar untuk material tersebut. Untuk material aspal dilakukan beberapa pengujian, sebagai berikut:

1. Pemeriksaan Penetrasi Aspal
2. Pemeriksaan Stabilita
3. Pemeriksaan Kelarutan Bitumen Aspal
4. Pemeriksaan Berat Jenis Bitumen ntuk mengetahui karakteristik dari agregat dilakukan beberapa pengujian, sebagai berikut:
5. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar
6. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Sedangkan untuk air hujan hanya dilakukan pengujian terhadap tingkat keasamannya. Pemeriksaan ini akan digunakan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe. Pengujian yang dilakukan hanya berupa pengujian sederhana menggunakan kertas lakmus.

Setelah pemeriksaan terhadap material selesai dilakukan, data yang diperoleh akan dibandingkan dengan spesifikasi. Jika material tersebut tidak memenuhi standar, maka akan dilakukan pemeriksaan ulang. Pengujian ini akan dilakukan terus sampai diperoleh material yang memenuhi spesifikasi. Jika material telah memenuhi spesifikasi, maka dapat dilanjutkan dengan pembuatan benda uji. Pada proses ini, akan digunakan 5 PB, yaitu 4,3% 4,8% 5,3% 5,8% dan 6,3% Pembuatan benda uji dapat dilaksanakan setelah kita memperoleh hasil analisa saringan agregat. Setelah diperoleh persentase dari masing-masing agregat, maka kita dapat menghitung komposisi campuran.

Setelah benda uji selesai dibuat, selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan alat Marshall. Dari pengujian ini diperoleh data-data mengenai kinerja campuran aspal. Data kinerja campuran aspal tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan kadar aspal optimum. Pada tahap berikutnya, akan dilakukan kembali perancangan dan pembuatan benda uji. Yang berbeda, pada tahap ini hanya digunakan satu jenis kadar aspal, yaitu dengan kadar aspal optimum. Pengujian terhadap benda uji yang dibuat dengan menggunakan kadar aspal optimum ini dibagi menjadi 2 kategori, yaitu :

1. Pengujian dengan alat Marshall tanpa waterbath sebanyak 3 sampel. Hasil pengujian ini kemudian digunakan sebagai pembanding terhadap pengujian selanjutnya.
2. Pengujian dengan pemberian repetisi beban statis sebesar 20% dari nilai stabilitas tanpa waterbath dan direndam di dalam air hujan sebanyak 15 sampel dengan masing-masing 3 sampel untuk tiap variasi waktu pembebanan. Beban yang diberikan merupakan asumsi dari beban lalu lintas. Pemberian beban dilakukan secara konvensional, yaitu dengan menggunakan alat Marshall. Campuran aspal di letakkan dalam wadah berisi air hujan dan kemudian beban sesuai target (20 % dari nilai stabilitas). Setiap 2 menit dilakukan pembacaan terhadap proving ring dan pemberian beban kembali hingga batas beban sesuai target. Hal ini dilakukan karena sifat elastis aspal yang memungkinkan terjadinya pemadatan pada saat diberi beban sehingga beban efektif yang terjadi tidak sebesar beban rencana. Oleh karena itu setiap 2 menit dilakukan penambahan beban agar kembali ke beban rencana. Perendaman akan dilakukan dengan beberapa variasi waktu perendaman, yaitu 15 menit, 30 menit, 1 jam, 2 jam, dan 6 jam. Setelah waktu perendaman tercapai, maka dilakukan pengujian dengan alat Marshall untuk memperoleh data kinerja campuran aspal setelah pembebanan terendam.

Tabel 1. jumlah benda uji untuk menentukan KAO

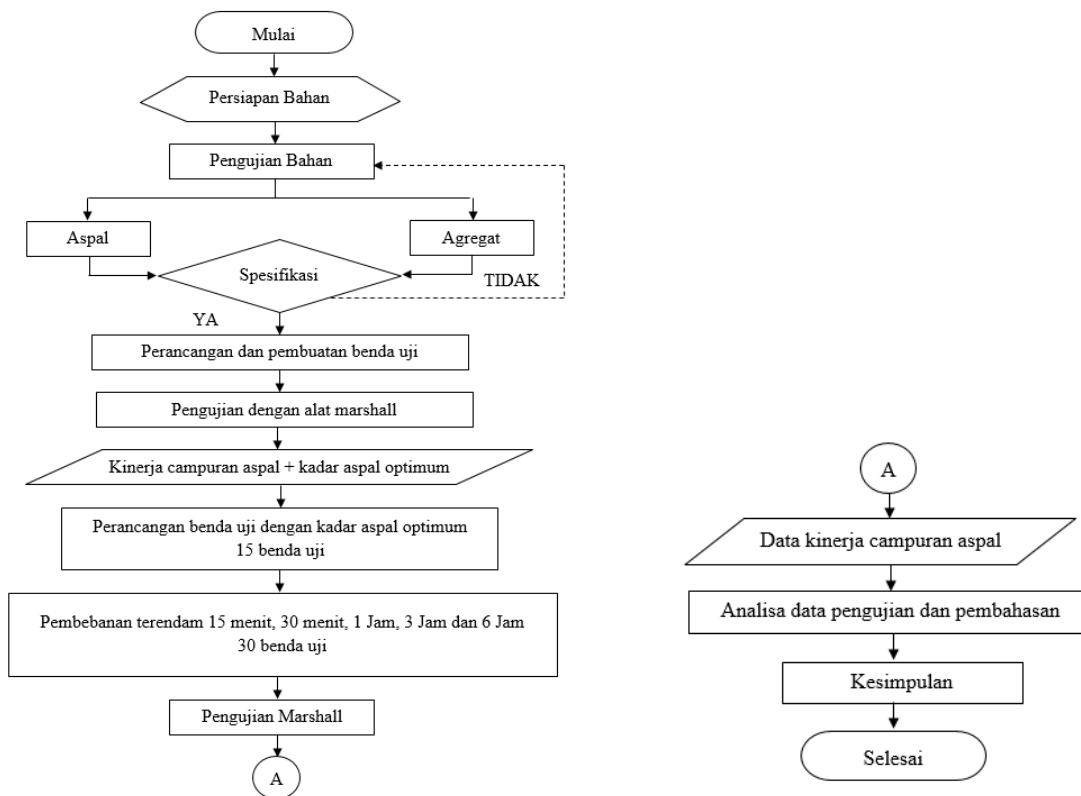
No	Kadar Aspal	Kode Benda Uji	Jumlah
----	-------------	----------------	--------

1.	0%	A1,A2,A3	3
2.	0%	A4,A5,A6	3
3.	0%	A7,A8,A9	3
4.	0%	A10,A11,A12	3
5.	0%	A13,A14,A15	3
Total			15

Tabel 2. jumlah benda uji dengan waktu rendaman

No	Kadar Aspal	Kode Benda Uji	Jumlah
1.	5,67%	A1,A2,A3	3
2.	5,67%	A4,A5,A6	3
3.	5,67%	A7,A8,A9	3
4.	5,67%	A10,A11,A12	3
5.	5,67%	A13,A14,A15	3
Total			15

C. Diagram Alir



Gambar 2. Diagram alir

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan sifat fisis agregat yang dilakukan meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar, kelekatan agregat terhadap aspal, serta keausan. Berikut ini hasil pemeriksaan sifat fisis agregat yang diperlihatkan pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Data hasil pemeriksaan sifat fisis agregat

No.	Sifat Fisis Agregat	Syarat Spesifikasi Umum 2018	Hasil
-----	---------------------	------------------------------	-------

1.	Berat Jenis Agregat (gr/cm ³)		
a.	Split	≥ 2,50	2,50
b.	Screen	≥ 2,50	2,55
c.	Dust stone	≥ 2,50	2,63
d.	Pasir	≥ 2,50	2,38
2.	Penyerapan Agregat (%)		
a.	Split	< 3% berat	0,52
b.	Screen	< 3% berat	1,69
c.	Dust stone	< 3% berat	2,76
d.	Pasir	< 3% berat	2,69

B. Data Hasil Analisa Ayakan Agradat

Data hasil pemeriksaan analisa ayakan berikut akan diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan analisa ayakan agregat (Split)

Sieve Size	Indv. Wt. ret. (gr)	C O M U L A T I V E		
		Wt. ret (gr)	Retained (%)	Passing (%)
1"	0	0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0	0,0	100,0
1/2"	1417,4	1417,37	100,0	0,0
3/8"	0,0	1417,37	100,0	0,0
# 4	0,0	1417,37	100,0	0,0
# 8	0,0	1417,37	100,0	0,0
# 16	0,0	1417,37	100,0	0,0
# 30	0,0	1417,37	100,0	0,0
# 50	0,0	1417,37	100,0	0,0
#100	0,0	1417,37	100,0	0,0
# 200	0,3	1417,66	100,0	0,0

C. Kadar Aspal Ideal

Dari hasil analisa ayakan material, didapat kadar aspal ideal dengan menggunakan rumus, dengan nilai konstanta (K) pada campuran AC-WC digunakan 1, nilai CA yang digunakan sebesar 58,9%, nilai FA 32,0%, serta filler sebanyak 9,1%, maka di dapat kadar aspal ideal sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Pb &= 0,35 (\%CA) + 0,045 (\%MA) + 0,18 (\%FF) + K \\
 &= 0,035 (58,9\%) + 0,045 (32,0\%) + 0,18 (9,1\%) + 0,5 \\
 &= 5,67
 \end{aligned}$$

sehingga % kadar aspal untuk benda uji adalah (Pb 4,3%), (Pb 4,8%), (Pb 5,3%), (Pb 5,8%), (Pb 6,3)

D. Hasil Pemeriksaan Aspal

Pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal meliputi berat jenis aspal, penetrasi dan titik lembek. Hasil pemeriksaan sifat fisis aspal secara keseluruhan diperlihatkan pada tabel 5. berikut:

Tabel 5. Data hasil pemeriksaan sifat fisis aspal

No.	Sifat Fisis Aspal	Syarat Spesifikasi Umum 2018	Hasil
-----	-------------------	------------------------------	-------

1	Berat Jenis Aspal	≥ 1	1,030
2	Penetrasi 25°C	60 – 70	64,1
3	Titik Lembek (R&B)	$\geq 48^\circ\text{C}$	52 °C

E. Hasil Pengujian Marshall Pada Variasi Kadar Aspal Ideal

Dari hasil pengujian Marshall yang dilakukan pada variasi kadar aspal ideal untuk benda uji dengan jumlah tumbukan 2 x 75, maka diperoleh nilai stabilitas, flow, density, VIM, VMA, VFB, dan Marshall Quotient (MQ). Hasil pengujian percobaan Marshall untuk benda uji dengan jumlah tumbukan sebanyak 2 x 75 tumbukan diperlihatkan dalam dan tabel 6 sebagai berikut:

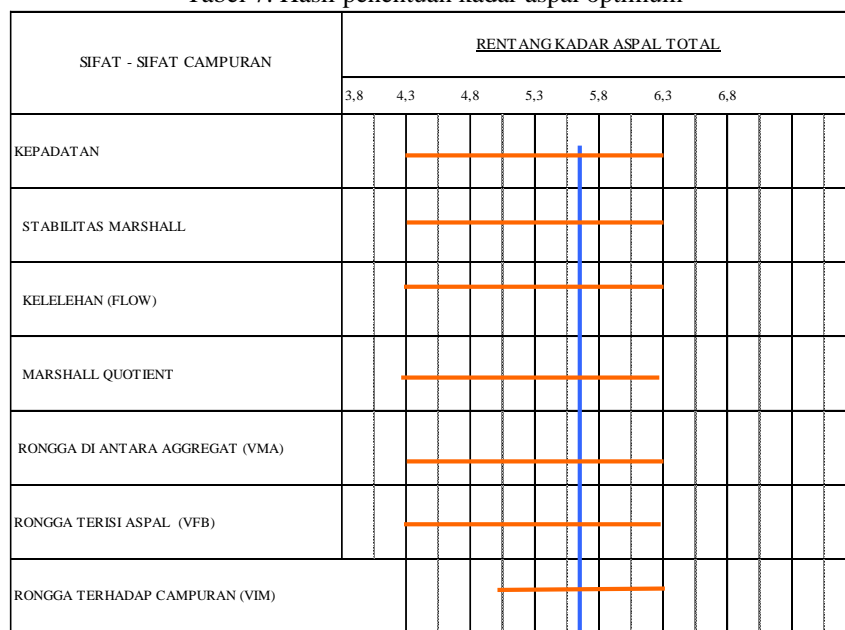
Tabel 6. Hasil pengujian Marshall dalam bentuk tabel pada variasi kadar aspal

No.	Parameter Marshall	Pb = 5,67 %					Spesifikasi 2018
		4,3%	4,8%	5,3%	5,8%	6,3%	
1.	Stabilitas (kg)	2738	3488	3846	3435	2576	>800
2.	Density (gr/cm ³)	2,18	2,23	2,24	2,24	2,27	>2
3.	Flow (mm)	3,1	3,3	3,1	3,2	3,1	>3
4.	VIM (%)	7,8	4,8	3,7	3,2	1,1	3 - 5
5.	VMA (%)	13,8	12,0	12,2	12,8	11,9	>15
6.	VFB (%)	78,4	83,4	84,1	84,0	87,0	>60
7.	MQ(kN/mm)	869,5	1075,4	1265,0	1061,3	825,6	>200

F. Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan parameter Marshall pada Tabel 6. kemudian dievaluasikan sehingga didapatkan kadar aspal optimum dengan system *Range Overlapping*. Berikut ini ditampilkan *Bar Chart* hasil pengujian Marshall yang menunjukkan bahwa campuran laston pada kadar aspal optimum yang dihasilkan yaitu sebesar 5,67%. Perlakuan yang didapatkan untuk benda uji laston pada kadar aspal optimum dengan jumlah tumbukan 2 x 75 tumbukan.

Tabel 7. Hasil penentuan kadar aspal optimum



KADAR ASPAL OPTIMUM = 5,67%

G. Percobaan Marshall Pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

Berdasarkan data hasil penelitian pembuatan benda uji sebanyak 5 buah dengan jumlah tumbukan sebanyak 2 x 75 tumbukan perbenda uji, maka diperoleh hasil seperti yang ditampilkan pada tabel 8. berikut ini.

Tabel 8. Data hasil pengujian marshall pada kadar aspal optimum (KAO)

No.	Parameter Marshall	Kadar Aspal Otimum (KAO) 5,67%	Spesifikasi Umum 2018
1	Stabilitas (kg)	3463	800
2	Flow (mm)	3,3	>3
3	VIM (%)	3,0	3 – 5
4	VFB (%)	84,6	>60
5	Density (gr/cm ³)	2,52	>2
6	VMA (%)	12,3	>15
7	MQ (kN/mm)	1099,8	>200

H. Nilai Marshall Berdasarkan Persentase Waktu Rendaman Air Hujan

Tabel 9. Data hasil pengujian marshall dengan waktu rendaman air hujan

Waktu Rendaman Air Hujan	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kN/mm)	Density (gr/cm ³)
15 menit	2672	3,5	16,9	9,0	74,1	754,5	2,29
30 menit	3009	3,5	8,0	6,7	85,2	874,9	2,36
1 jam	3227	3,7	14,4	7,9	77,8	877,1	2,56
2 jam	3086	3,8	14,3	7,3	78,4	819,0	2,36
6 jam	2636	3,9	14,1	7,6	78,4	681,0	2,37

IV. KESIMPULAN

Campuran beton aspal AC_{WC} setelah direndam dan diuji marshall lebih leleh dari pada yang tidak direndam dengan air hujan (KAO). Hal ini diketahui dari nilai flow Kadar Apal Optimum 3,3 mm sedangkan nilai flow Rendaman Air hujan selama 6 jam 3,9 mm. Berdasarkan pengaruh waktu rendaman didapatkan hasil stabilitas pada rendaman 15 menit 2671,8 kg, pada rendaman 30 menit 3099,2 kg, pada rendaman 1 jam 3276,7 kg, pada rendaman 3 jam 3086,1 kg, pada rendaman 6 jam 2636,5 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Fauzi, Abdul Khamid, Wahidin, Dwi Denny Apriliano, Wahudin Diantoro (2021). Pengaruh Genangan Air terhadap Kinerja Campuran Perkerasan Aspal di Kota Tegal (Studi Kasus Ruas Jalan Kelurahan Kaligangsa). *Infratech Building Journal (IJB)*
- Anni Susilowati, Eko Wiyono (2019). Variasi Suhu Pematatan Pada Campuran Beton Aspal Menggunakan Bahan Tambah Anti Stripping, 12 – 20. <https://jurnal.pnj.ac.id/index.php/cmj>
- Fernando Napitupulu (2009). Karakteristik Campuran Aspal Beton Dalam Kondisi Terendam Air Hujan dan Beban Statis Dengan Variasi Waktu Rendaman. Universitas Indonesia
- I Nyoman Arya Thanaya, I Gusti Raka Puranto, I Nyoman Sapta Nugraha (2016). Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Penetrasi 60/70 dengan Penambahan Lateks. *Jurnal Ilmu dan Terapan Bidang Teknik Sipil*
- Ida Bagus Wirahaji, AAA Made Cahaya Wardani (2009). Pengaruh Air Hujan Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Aspal Panas Pada Lapis Permukaan Jalan. Program Studi Teknik Sipil FT Unhi

- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga (2018). Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2). <https://binamarga.pu.go.id/>
- Miftahul Fauziah, Ade Handaka (2017). Pemanfaatan Aspal Starbit E-55 Untuk Menahan Penurunan Kinerja Akibat Rendaman Air Hujan Pada Campuran Split Mastic Asphalt, 11-20. Universitas Islam Indonesia
- Mohamad Purwoko Sidi, Bambang Wedyantadji, Mohammad Erfan (2020). Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Dalam Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC). E-journal GELAGAR Vol.2 No.1 2020
- Nailil Khairini (2023). Pengaruh Air Pada Pemasangan Awal Terhadap Nilai Karakteristik Marshall Dan Durabilitas Aspal AC-WC. ISSN 2987 – 6818 SEMINASTEK UISU
- Tommy Iduwin, Devita Mayasari, Tri Yuhanah (2020). Pengaruh Air Menggunakan Reclaimed Asphalt Pavement Pada Campuran Beton Aspal Berdasarkan Uji Cantabro dan Indirect Tensile Strength. Institut Teknologi PLN

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

