

Monotahun

LAPORAN AKHIR

PROGRAM  
HIBAH PENELITIAN GURU BESAR DAN DOKTOR



PENYEMBUHAN DIRI (*SELF-HEALING*)  
PERKERASAN ASBUTON

PENGUSUL

Prof. Ir. Ludfi Djakfar, MSCE, Ph.D.

NIDN. 0009076405

**HALAMAN PENGESAHAN**

**LAPORAN AKHIR**

Judul : Perilaku Penyembuhan Diri (Self-Healing) dari Campuran Beraspal Asbuton

**Peneliti/Pelaksana**

Nama Lengkap : Prof. Ir. LUDFI DJAKFAR, M.SCE., Ph.D. IPM

Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

NIDN : 0009076405

Jabatan Fungsional : Guru Besar

Program Studi : Teknik Sipil

Nomor HP : 08123314402

Alamat surel (e-mail) : ldjakfar@ub.ac.id

**Anggota (1)**

Nama Lengkap : Dr. Ir. WISNUMURTI, MT.

NIDN : 0007126402

Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun

Biaya Tahun Berjalan : Rp 100,000,000.00

Biaya Keseluruhan : Rp 100,000,000.00

Mengetahui, 10 November 2021

Menyetujui,  
Dekan

Ketua Peneliti



Prof. Ir. HADI SUYONO, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.  
NIDN. 0020057304

Prof. Ir. LUDFI DJAKFAR, M.SCE., Ph.D. IPU  
NIDN. 0009076405

## RINGKASAN

Tujuan jangka panjang dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan umur rencana jalan yang menggunakan material lokal aspal Buton sebagai pendamping aspal minyak sehingga penggunaan aspal minyak pada perkerasan AC-WC (*asphalt Concrete Wearing Course*) dapat di kurangi. Kebutuhan aspal nasional tidak berimbang dengan ketersediaan aspal minyak yang mampu di produksi di dalam negeri sehingga impor aspal merupakan solusi yang dipilih selama ini, salah satu kendala tingginya penggunaan aspal minyak adalah tidak dimanfaatkannya material lokal (aspal buton) yang depositnya sangat melimpah serta umur pelayanan jalan yang begitu singkat sehingga permintaan terhadap impor aspal minyak juga semakin meningkat. Penggunaan aspal buton yang belum populer dikarenakan kinerja aspal buton masih lebih rendah dibandingkan dengan aspal minyak, namun dengan memadukan aspal minyak dan aspal buton akan sangat berdampak positif terhadap kinerja perkerasan di tambah lagi dengan additive kalsium alginate yang berguna sebagai bahan penyembuhan diri pada perkerasan jalan sehingga dapat menekan pemeliharaan jalan (*overlay*) yang justru menimbulkan masalah baru. Aspal buton diharapkan akan menekan penggunaan aspal minyak dalam konstruksi jalan di Indonesia yang selama ini sangat bergantung kepada ketersediaan aspal minyak. Hal ini akan memberi dampak positif yang besar dari segi konstruksi, pemanfaatan ketersediaan material lokal, serta peningkatan teknologi berbahan pengikat aspal buton khususnya teknologi AC-WC Asb Lawele. Berdasarkan kendala tersebut kami berasumsi bahwa ketergantungan terhadap aspal minyak dapat di tekan dengan cara membuat teknologi perkerasan yang berkelanjutan yakni dengan cara menyembuhkan diri secara mandiri dari kerusakan tanpa melakukan kegiatan konstruksi berat. Kapsul kalsium alginate dipercaya sebagai bahan tambah pada perkerasan sehingga umur pelayanan jalan semakin panjang karena kerusakan dini pada perkerasan dapat teratasi, Oleh karena itu perkerasan AC-WC Asb Lawele yang di modifikasi menggunakan kapsul kalsium alginate dianggap sebagai solusi untuk mengatasi umur rencana yang singkat serta menekan kuantitas penggunaan aspal minyak.

Keyword: AC-WC Asb Lawele, Kapsul Kaslium Alginate, Penyembuhan Diri,

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Norouzi, D. Kim, and Y. Richard Kim, "Numerical evaluation of pavement design parameters for the fatigue cracking and rutting performance of asphalt pavements," *Mater. Struct. Constr.*, vol. 49, no. 9, pp. 3619–3634, 2016, doi: 10.1617/s11527-015-0744-x.
- [2] Y. Agzenai, J. Pozuelo, J. Sanz, I. Perez, and J. Baselga, "Advanced Self-Healing Asphalt Composites in the Pavement Performance Field: Mechanisms at the Nano Level and New Repairing Methodologies," *Recent Pat. Nanotechnol.*, vol. 9, no. 1, pp. 43–50, 2015, doi: 10.2174/1872208309666141205125017.
- [3] L. Zhang *et al.*, "Investigation of the flow and self-healing properties of UV aged asphalt binders," *Constr. Build. Mater.*, vol. 174, pp. 401–409, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.04.109.
- [4] K. Chung, S. Lee, W. Cho, J. Seo, and Y. Hong, "Rheological analysis of self-healing property of microcapsule-containing asphalt," *J. Ind. Eng. Chem.*, vol. 64, pp. 284–291, 2018, doi: 10.1016/j.jiec.2018.03.026.
- [5] F. Affandi, "The Performance Of Bituminous Mixes Using Indonesia Natural Asphalt," in *25th ARRB Confrence*, 2012, pp. 1–12.
- [6] F. Afandi, "Pengaruh Kandungan Mineral Asbuton Dalam Campuran Beraspal," *J. Jalan-Jembatan*, pp. 126–136, 2011.
- [7] Budiamin, M. W. Tjaronge, S. H. Aly, and R. Djamaluddin, "Mechanical characteristics of hotmix cold laid containing buton granular asphat (BGA) and flux oil as wearing course," *ARNP J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 10, no. 12, pp. 5200–5205, 2015.
- [8] M. Karami, "The Evaluation On The Utilization Of Buton Asphalt As Additif on The Characteristics and Parameters Of Modified Asphalted Mixture," *J. Kelitbang*, vol. 05, pp. 20–29, 2017.
- [9] Minister For Public Works and Human Settlements; Directorate General of Highways, "General Specifications of Bina Marga 2018 for Road and Bridge Works," 2018.
- [10] F. Affandi, "Characteristics of Bitumen Asbuton Granules For Hot Asphalt Mixtures," *J. Jalan-Jembatan*, vol. 25, no. 3, pp. 350–368, 2008.
- [11] S. Gusty, M. W. Tjaronge, N. Ali, and R. Djamaluddin, "EXPERIMENTAL STUDY ON THE DURABILITY OF HOTMIX COLD LAID ASBUTON AS ASPHALT POROUS WITH CANTABRO TEST," vol. 2016, no. Isid, pp. 347–350, 2016.
- [12] A. Gaus, M. W. Tjaronge, N. Ali, and R. Djamaluddin, "Compressive strength of asphalt concrete binder course (AC-BC) mixture using buton granular asphalt (BGA)," *Procedia Eng.*, vol. 125, pp. 657–662, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.11.097.
- [13] L. Djakfar *et al.*, "Pengaruh kadar kapur padam sebagai bahan pengisi campuran cold paving hot mix asbuton," *J. Transp.*, vol. 18, no. 1, pp. 21–28, 2018.
- [14] Kurniadji, "Potensi Asbuton Lawele Untuk Perkerasan," *J. Litbang Jalan*, vol. 20, pp. 27–33, 2003.
- [15] D. Walacce, "Physical and chemical characteristic of Asbuton," *Alberta Research Council*, 1989.
- [16] K. Zamhari, "Penelitian Berbagai Campuran aspal untuk iklim trropis Indonesia," Bandung, 1989.
- [17] N. Suaryana, P. Litbang, and J. D. Jembatan, "Penelitian Pemanfaatan Asbuton Butir Di Kolaka Sulawesi Tenggara," 2008.
- [18] Kurniadji, "Tinjauan penambahan asbuton dalam campuran beraspal panas dari segi teknis dan finansial," *Jalan dan Jemb.*, vol. 23, 2006.
- [19] S. -K. Ghosh, *Self-Healing Materials: Fundamentals, Design Strategies, and Applications*. 2009.

- [20] T. Al-Mansoori, R. Micaelo, I. Artamendi, J. Norambuena-Contreras, and A. Garcia, "Microcapsules for self-healing of asphalt mixture without compromising mechanical performance," *Constr. Build. Mater.*, vol. 155, pp. 1091–1100, 2017, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.08.137.
- [21] G. Wypych, *Self-Healing materials: Principles and technology*, First Edit., vol. 1. ChemTec Publishing, 2017.
- [22] J. F. Su and E. Schlangen, "Synthesis and physicochemical properties of high compact microcapsules containing rejuvenator applied in asphalt," *Chem. Eng. J.*, vol. 198–199, pp. 289–300, 2012, doi: 10.1016/j.cej.2012.05.094.
- [23] D. Sun *et al.*, "A comprehensive review on self-healing of asphalt materials: Mechanism, model, characterization and enhancement," *Adv. Colloid Interface Sci.*, vol. 256, pp. 65–93, 2018, doi: 10.1016/j.cis.2018.05.003.
- [24] A. Loaiza and H. A. Colorado, "Marshall stability and flow tests for asphalt concrete containing electric arc furnace dust waste with high ZnO contents from the steel making process," *Constr. Build. Mater.*, vol. 166, pp. 769–778, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.02.012.
- [25] D. Van Thanh and C. P. Feng, "Study on Marshall and Rutting test of SMA at abnormally high temperature," *Constr. Build. Mater.*, vol. 47, pp. 1337–1341, 2013, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2013.06.032.
- [26] I. Center for Research and Development of Transportation Infrastructure, Department of Settlement and Regional Infrastructure, Ministry of Public Works, "RSNI M-01-2003, Testing Methods of Hot Asphalt Mixtures with Marshall Tools," pp. 1–18, 2003.
- [27] ASTM D6931-12, "Standard Test Method for Indirect Tensile ( IDT ) Strength of Bituminous Mixtures," *ASTM Int.*, no. Fixed designation D6981, pp. 1–5, 2007, doi: 10.1520/D6931-12.2.
- [28] D. Widajat, "Dingin Dengan Foam Bitumen Pada Jalan," vol. 1, no. 1, pp. 1–16, 2009.
- [29] G. Sun, D. Sun, A. Guarin, J. Ma, F. Chen, and E. Ghafooriroozbahany, "Low temperature self-healing character of asphalt mixtures under different fatigue damage degrees," *Constr. Build. Mater.*, vol. 223, pp. 870–882, 2019, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.07.040.
- [30] D. Xuan, A. A. A. Molenaar, and L. J. M. Houben, "Compressive and Indirect Tensile Strengths of Cement-Treated Mix Granulates with Recycled Masonry and Concrete Aggregates," *J. Mater. Civ. Eng.*, vol. 24, no. 5, pp. 577–585, 2012, doi: 10.1061/(asce)mt.1943-5533.0000401.
- [31] B. Birgisson, A. Montepara, E. Romeo, R. Roncella, J. A. L. Napier, and G. Tebaldi, "Determination and prediction of crack patterns in hot mix asphalt (HMA) mixtures," *Eng. Fract. Mech.*, vol. 75, no. 3–4, pp. 664–673, 2008, doi: 10.1016/j.engfracmech.2007.02.003.
- [32] P. Ahmedzade and M. Yilmaz, "Effect of polyester resin additive on the properties of asphalt binders and mixtures," *Constr. Build. Mater.*, vol. 22, no. 4, pp. 481–486, 2008, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2006.11.015.
- [33] American Society for Testing and Materials Annual, "Annual Book of ASTM Standards," vol. Sec., 4. 1992.
- [34] J. Su, L. Ren, and L. Wang, "Preparation and mechanical properties of thermal energy storage microcapsules," *Colloid Polym. Sci.*, vol. 284, no. 2, pp. 224–228, 2005, doi: 10.1007/s00396-005-1368-4.
- [35] Á. García, "Self-healing of open cracks in asphalt mastic," *Fuel*, vol. 93, pp. 264–272, 2012, doi: 10.1016/j.fuel.2011.09.009.