

PERILAKU ASPAL *WEARING COURSE* TERHADAP PENGARUH RENDAMAN AIR PASANG (ROB) DENGAN BAHAN TAMBAH *POLYETHYLENE* DAN *FINE AGREGAT SLAG*

Juny Andry^{1*}, Pratikso², Rachmat M²

¹Mahasiswa Prodi S3 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

²Guru Besar Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

³Dekan Fakultas Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

Jl. Kaligawe Raya No.Km.4, Semarang, Jawa Tengah

*Email: sulistyol1nov89@gmail.com

Abstrak

Rob atau air pasang adalah banjir air laut atau naiknya permukaan air laut yang diakibatkan oleh air laut pasang yang menggenangi daratan.. Lalu lintas yang padat dan rendaman air pasang di jalan utama mengakibatkan deformasi permanen yang membutuhkan aspal berkualitas yang tahan terhadap rendaman pasang surut dan beban lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi modifikasi job mix formula terbaik yang dapat digunakan untuk asphalt concrete wearing course. Penggunaan kombinasi LDPE dan agregat slag menjadi pembaharuan yang belum ada sebelumnya. Limbah plastik Polyethylene (PE) memberi ketahanan terhadap air sehingga kombinasi tersebut dapat menjadi Job Mix Formula baru yang mampu tahan terhadap rendaman air pasang (rob) sehingga dapat digunakan dalam konstruksi struktur jalan (Flexibel Pavement) Asphalt concrete wearing course modifikasi direndam dalam air standar laboratorium, air rob, dan air dengan kandungan klorida (Cl-) yang berbeda-beda. Durasi perendaman 7 hari, 14 hari dan 21 hari serta metode perendaman terdiri dari perendaman dengan pola menerus (continuous) dan perendaman dengan pola berkala/ siklik (intermittent). Komposisi terbaik untuk Asphalt Concrete Wearing Course yang didapat dalam perendaman menerus adalah agregat Slag 50% dan LDPE 6% sedangkan untuk perendaman berkala adalah agregat Slag 0% dan 50% dengan LDPE 6% dan 8%.

Kata kunci: air pasang, Asphalt Concrete Wearing Course, deformasi permanen, LDPE, rendaman

1. PENDAHULUAN

Rob atau air pasang adalah banjir air laut atau naiknya permukaan air laut yang diakibatkan oleh air laut pasang yang menggenangi daratan [Patrisia dan Murwantini, 2013]. Air rob menjadikan daya lekat aspal terhadap agregat menjadi lemah sehingga terjadinya perubahan bentuk atau deformasi saat perkerasan jalan tersebut dilewati. Air rob juga berasal dari laut yang memiliki kandungan tingkat keasaman, klorida dan kadar sulfat yang tinggi sehingga dapat melemahkan kemampuan lekat aspal dalam mempertahankan ikatan antar aspal baik kohesi atau adhesi [Muammar dkk., 2018]. Salah satu cara mengatasi rendaman air pasang adalah dengan memodifikasi aspal menggunakan bahan tambah yaitu polimer [Milad dkk., 2020].

Aspal *wearing course* dengan bahan tambahan *polyethylene* dan agregat halus *slag* adalah campuran bahan aspal dimana ditambahkan polimer jenis plastomer yaitu *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan agregat *steel slag* dengan tujuan memiliki kekuatan terhadap perendaman pasang surut serta beban lalu lintas

dengan beban gardan utama sehingga aspal ini memiliki daya tahan dan stabilitas yang baik hingga 21 hari perendaman. Penggunaan kombinasi LDPE dan agregat *slag* menjadi pembaharuan yang belum ada sebelumnya. Limbah plastik *Polyethylene* (PE) memberi ketahanan terhadap air sehingga kombinasi tersebut dapat menjadi *Job Mix Formula* baru yang mampu tahan terhadap rendaman air pasang (rob) sehingga dapat digunakan dalam konstruksi struktur jalan (*Flexibel Pavement*).

Lalu lintas yang padat dan rendaman air pasang di jalan utama mengakibatkan deformasi permanen yang membutuhkan aspal berkualitas yang tahan terhadap rendaman pasang surut dan beban lalu lintas. Masalah serupa juga dapat ditemui bahkan di jalan lurus karena perlambatan kecepatan dan muatan truk dan trailer yang berat. Dengan hal tersebut maka diperlukan konstruksi aspal yang kuat terhadap perendaman pasang surut sesuai dengan spesifikasi. Bintumen dan *filler* dicampurkan dengan kantong plastik kresek untuk memperkuat nilai kestabilan dan ketahanan terhadap perendaman air dimana plastik akan

menyelimuti agregat sehingga memperkuat perendaman untuk saling mengikat dalam satu kesatuan. Agregat *steel slag* juga berperan penting dalam pencampuran beton aspal sehingga beton aspal mampu menahan beban lalu lintas dan bencana banjir rob yang terjadi di jalan utama.

Dalam hal kandungan aspal optimal, terak baja campuran memiliki nilai lebih tinggi daripada campuran konvensional. Hal ini disebabkan oleh tingkat porositas yang lebih tinggi dimiliki oleh agregat terak baja. Hasil modulus yang tangguh menunjukkan bahwa *steelslag* campuran memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran agregat konvensional. Selain itu, suhu juga mempengaruhi hasil modulus yang tangguh [Hainin dkk., 2012].

2. METODE DAN BAHAN

Metode penelitian menggunakan metode penelitian eksperimen. Penelitian ini dilakukan dengan cara perendaman terhadap *asphalt concrete wearing course* modifikasi dalam air standar laboratorium, air rob, dan air dengan

kandungan klorida (Cl⁻). Durasi perendaman adalah 7 hari, 14 hari, dan 21 hari serta metode perendaman terdiri dari perendaman dengan pola menerus (*continuous*) dan perendaman dengan pola berkala/ siklik (*intermittent*).

2.1. Aspal

Lapisan aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis yang biasa digunakan pada konstruksi jalan di Indonesia yaitu Aspal Polimer JAP – 57 (Jaya Trade Aspal Polimer). JAP 57 merupakan hasil modifikasi aspal yang diperoleh dari proses penggabungan antara aspal konvensional dengan DuPont Elvaloy (*elastomer*). Pengujian yang dilakukan untuk aspal polimer ini adalah 4 parameter yaitu penetrasi, daktilitas, titik nyala dan titik lembek. Parameter tersebut dapat mewakili karakteristik utama dari aspal polimer untuk diaplikasikan sebagai campuran untuk perkerasan lentur. Hasil Pengujian Aspal tertera pada Tabel 1 dengan menggunakan perbandingan berdasarkan dari Spesifikasi Pemeriksaan Jalan No. 01/MN/BM/1976 Bina Marga.

Tabel 1
Pengujian Aspal JAP 57 (Jaya Aspal Polymer)

Jenis Pemeriksaan	Satuan	Spesifikasi Aspal JAP 57		Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi
		Min	Max		
Penetrasi 25°C, 100 g, 5 detik	0,1 mm	50	80	55,9	SNI-06-2456-1991
Titik Lembek 5°C (<i>Ring and Ball Test</i>)	°C	54	-	56,65	SNI-06-2434-1991
Titik Nyala (<i>Cleaveland Open Cup</i>)	°C	232	-	351,5	SNI-06-2433-1991
Kelarutan dalam CCl ₄	%	99	-	99,93	SNI-06-2438-1991
Daktilitas	cm	50	-	>150	SNI-06-2432-1991
Penetrasi setelah Kehilangan Berat	%	54	-	61,90	SNI-06-2440-1991
Viskositas Kinematis suhu 135°C	cst	-	3000	1365,5	AASHTO T316-13
RTFOT					
Kehilangan Berat (RTFOT)	%	-	0,8	0,051	SNI-06-2440-1991
Penetrasi 25°C setelah RTFOT	%	54	-	61,90	SNI 2465 ; 2011
Daktilitas setelah RTFOT	Cm	50	-	110,33	SNI 06-2432-1991
Elastis Recovery setelah RTFOT	%	-	-	70	AASHTO T-301-98
DSR (RTFOT) Fail Temperature	°C	70	-	70,10	AASHTO T-315-12
PAV					
DSR PAV @5000 kPa Fail Temperature	°C	-	31	22,70	AASHTO T-315-12

2.2. Air Banjir Rob

Air banjir rob yang digunakan berasal dari banjir rob yang terjadi di sekitar genangan banjir

rob Sayung Jawa Tengah. Sebagai pembanding adalah air banjir dari Jl. Barito Semarang Timur. Tabel 2 disajikan rincian pemeriksaan hasil air rob dan air banjir.

Tabel 2
Hasil Pemeriksaan Air Rob dan Air Banjir

Parameter Pemeriksaan	Satuan	Air Rob	Air Banjir
Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	38	28
Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	1236	938
Klorida (Cl)	mg/L	9550	753
Sulfat (SO4)	mg/L	2000	599
Kadar Garam / Salinitas	g/L	22,58	16,93
pH		7,15	6,95

2.3. Agregat Kasar

Agregat kasar, halus, filler diperoleh dari hasil pemecahan batu (*stone crusher*) di AMP (*Asphalt Mixing Plant*) PT. Perwita Karya Sembung Batang Jawa Tengah.

2.4. Fine Agregat

Bahan *fine aggregate* yang menjadi obyek penelitian adalah hasil pemecahan dan penumbukan bongkahan *slag* yang diambil dari pusat pengolahan besi atau pemurnian logam di Desa Batur Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten dengan variasi kadar *fine aggregate slag* adalah 100 % *fine aggregate slag*, 100 % *fine aggregate* batu pecah, dan 50% *fine aggregate slag* ditambah 50% *fine aggregate* batu pecah.

2.5. Low Density Polyethylene

Polimer yang digunakan berupa limbah plastik *Polyethylene* (PE) dengan jenis *Low Density Polyethylene* (LDPE) sebagai pensubstitusi aspal [Milad dkk., 2020]. *Low*

Density Polyethylene atau LDPE adalah bahan plastik yang paling umum digunakan. Karakter fisiknya sangat fleksibel dan mudah diaplikasikan ke berbagai permukaan. Jenis polietilena ini bisa ditemukan penggunaannya pada konstruksi, terpal pelindung, dan pelapis pada lahan agrikultur. Limbah plastik dapat dengan mudah digunakan sebagai pengubah untuk campuran beton bituminous karena dilapisi di atas agregat campuran dan mengurangi porositas, penyerapan kelembaban dan meningkatkan properti campuran yang mengikat [Mishra dan Mishra, 2015].



Gambar 1. Limbah Plastik Polyethylene

2.6. Proses Persiapan dan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap persiapan bahan penelitian, penentuan kadar aspal, pembuatan benda uji, perendaman dan tahap pengujian di laboratorium. Komposisi aspal yang direncanakan yaitu LDPE dengan kadar 6%, 8%, 10% dan 18% sedangkan kadar agregat batu pecah kombinasi *slag* dengan kadar 0%, 50% dan 100% dengan dua metode perendaman yaitu perendaman menerus dan berkala. Pembuatan benda uji dengan kadar aspal optimum 5,8% dengan kadar LDPE yaitu 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% dan 18%. Masing – masing benda uji yaitu 3 buah sehingga keseluruhan benda uji adalah 414 buah benda uji.

Tabel 3
Benda Uji

Jenis	Perendaman	Jumlah	Total
Variasi kadar aspal (4; 4,5; 5; 5,5; 6)		3 buah	15 buah
LDPE kadar (0%,2%, 4%, 6%,8%,10%,18%)		3 buah	12 buah

LDPE kadar (0%,2%, 4%, 6%,8%,10%,18%) (0,50,100 Slag) umur 7, 14 dan 21 hari	Menerus air pasang dan air banjir	3 buah	189 buah
LDPE kadar (0%,2%, 4%, 6%,8%,10%,18%) (0,50,100 Slag) umur 7, 14 dan 21 hari	Menerus air pasang dan air banjir	3 buah	189 buah
WTM (Slag 50% dan LDPE 6%) kombinasi		3 buah	9 buah
Total Keseluruhan Benda Uji			414 buah

Sample bahan uji yang dibuat kemudian dilakukan pengujian Marshall untuk mengetahui kadar aspal optimum dengan berbagai variasi rendaman.

2.7. Pengujian Marshall

Salah satu metode yang digunakan dalam mengevaluasi pengaruh air terhadap campuran perkerasan aspal adalah pengujian Perendaman Marshall yang mana stabilitas dari benda uji ditentukan setelah satu hari perendaman di dalam air pada suhu 60 °C [Intari dkk., 2018]. Pengujian *Marshall* adalah metode laboratorium paling umum yang digunakan untuk memeriksa kinerja campuran panas (*hot mix*) yaitu dengan mendapatkan nilai stabilitas dan kelelahan plastis campuran beraspal dengan menggunakan alat Marshall [Jamshidi dkk. 2019]. Untuk keperluan pencampuran, agregat, dan aspal dipanaskan pada suhu dengan nilai viskositas aspal 170 ± 20 centistokes (cst) dan dipadatkan pada suhu dengan nilai viskositas aspal 280 ± 30 cst. Alat yang digunakan untuk proses pemadatan adalah *Marshall Compaction Hammer*.

Pengujian perendaman Marshall modifikasi Pengujian ini dilakukan setelah didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) [Sumarjo dkk., 2017]. Dari pengujian Marshall diperoleh parameter-parameter yang disebut dengan Marshall Properties, yang terdiri dari kepadatan (*density*), stabilitas (*stability*), kelelahan (*flow*), Marshall Quotient (MQ), persentase rongga dalam campuran (VIM), persentase rongga terisi aspal (VFA), dan persentase rongga dalam agregat (VMA).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian *Marshall* untuk mengetahui stabilitas aspal keras

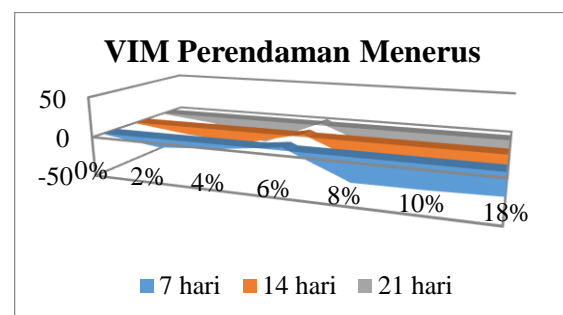
kemudian dilanjutkan dengan pengujian pasang surut dan air banjir untuk membandingkan perendaman yang terjadi. Berikut ini menjelaskan analisis lebih lanjut dari campuran yang sudah dimodifikasi yang direndam dengan berbagai variasi.

3.1. Hasil Rekapitulasi Perendaman Menerus Air Pasang

Perendaman menerus air pasang dilakukan dengan campuran agregat bervariasi yang ditunjukkan pada tabel di bawah dengan lama durasi perendaman adalah 7 hari, 14 hari, dan 21 hari.

Tabel 4
Hasil Rekapitulasi Perendaman Menerus Air Pasang

Kadar	VOID IN MINERAL (VIM)						
	0%	2%	4%	6%	8%	10%	18%
(Agregat 50%)							
7 hari	0,65	10,89	-5,6	3,57	29,45	28,58	26,26
14 hari	1,03	10,08	14,75	3,18	28,5	28,58	27,76
21 hari	1,17	8,89	30,11	3,04	27,12	28,46	28,95



Gambar 2. Hasil Rekapitulasi Perendaman Menerus Air Pasang

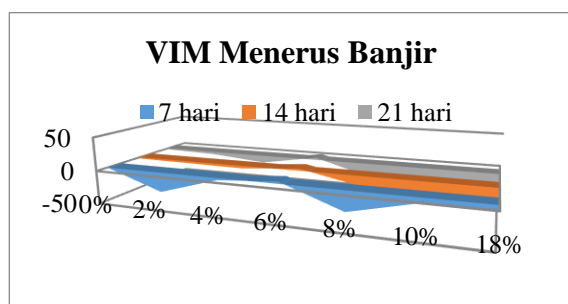
Pada hasil rekapitulasi perendaman menerus air pasang (rob) menunjukkan bahwa VIM pada LDPE kadar 6% masuk dalam persyaratan yaitu diantara 3-5% sedangkan LDPE kadar 0%, 2%, 4%, 8%, 10% dan 18% tidak masuk dalam persyaratan.

3.2. Hasil Rekapitulasi Perendaman Menerus Air Banjir

Perendaman menerus air banjir dilakukan dengan campuran agregrat bervariasi yang ditunjukkan pada tabel di bawah dengan lama durasi perendaman adalah 7 hari, 14 hari, dan 21 hari.

Tabel 5
Hasil Rekapitulasi Perendaman Menerus Air Banjir

Kadar	VOID IN MINERAL (VIM)						
	0%	2%	4%	6%	8%	10%	18%
(Aggregat 50%)							
7 hari	0,2 5	- 29, 38	-3,2	3, 21	- 29, 38	- 7,7 6	- 7,2 5
14 hari	- 2,1 9	- 3,0 5	- 3,9 9	3, 23	- 14, 86	- 14, 54	- 14, 01
21 hari	- 1,5 4	- 3,7 6	- 11, 38	3, 4	- 21, 99	- 22, 26	- 22, 13



Gambar 3. Hasil Rekapitulasi Perendaman Menerus Air Banjir

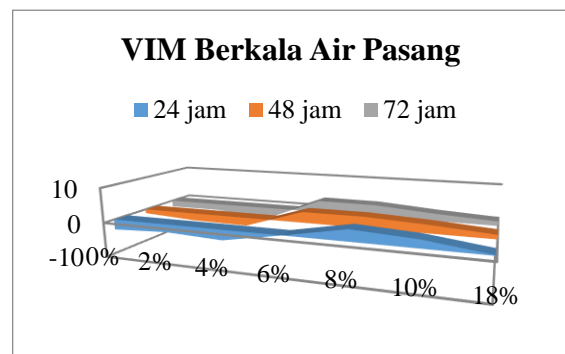
Pada hasil rekapitulasi perendaman menerus air banjir juga menunjukkan bahwa VIM pada LDPE kadar 6% masuk dalam persyaratan yaitu diantara 3-5% sedangkan LDPE kadar 0%, 2%, 4%, 8%, 10% dan 18% tidak masuk dalam persyaratan.

3.3. Hasil Rekapitulasi Perendaman Berkala Air Pasang

Perendaman berkala air pasang dilakukan dengan campuran agregrat bervariasi yang ditunjukkan pada tabel di bawah dengan lama durasi perendaman adalah 7 hari, 14 hari, dan 21 hari.

Tabel 6
Hasil Rekapitulasi Perendaman Berkala Air Pasang

Kadar	VOID IN MINERAL (VIM)						
	0%	2%	4%	6%	8%	10%	18%
(Aggregat 50%)							
24 jam	- 2,9 6	- 2,2 5	- 2,9 7	3,1 2	3,2 1	2,2 6	0,1 6
48 jam	- 1,2 3	- 2,1 5	- 2,3 3	3,0 8	3,1 1	2,3 4	1,2
72 jam	- 1,9 7	- 1,9 4	- 3,4 3	3,4 7	3,3 5	2,1 3	1,2 3



Gambar 4. Hasil Rekapitulasi Perendaman Berkala Air Pasang

Pada hasil rekapitulasi perendaman berkala air pasang menunjukkan bahwa VIM pada LDPE kadar 6% dan 8% masuk dalam persyaratan yaitu diantara 3-5% sedangkan LDPE kadar 0%, 2%, 4%, 10% dan 18% tidak masuk dalam persyaratan.

3.4. Hasil Rekapitulasi Perendaman Berkala Air Banjir

Perendaman berkala air banjir dilakukan dengan campuran agregrat bervariasi yang ditunjukkan pada tabel di bawah dengan lama

durasi perendaman adalah 7 hari, 14 hari, dan 21 hari.

Tabel 7
Hasil Rekapitulasi Perendaman Berkala Air Banjir

Kadar (Aggregat 50%)	VOID IN MINERAL (VIM)						
	0%	2%	4%	6%	8%	10%	18%
24 jam	0,59	0,8	0,28	3,08	3,08	0,14	0,16
48 jam	0,72	0,83	0,44	3,08	3,11	0,01	0,04
72 jam	1,59	0,84	0,37	3,05	3,12	0,06	0,01

Gambar 5. Hasil Rekapitulasi Perendaman Berkala Air Banjir

Pada hasil rekapitulasi perendaman berkala air banjir menunjukkan bahwa VIM pada LDPE kadar 6% dan 8% masuk dalam persyaratan yaitu diantara 3-5% sedangkan LDPE kadar 0%, 2%, 4%, 10% dan 18% tidak masuk dalam persyaratan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis data kinerja campuran *Aspal Concrete Wearing Course* dengan menggunakan bahan tambah polyethylene dan *fine agregat slag* terhadap pengaruh rendaman air pasang (ROB), maka diperoleh kesimpulan *Job Mix Formula* yang dapat digunakan pada *Asphalt Concrete Wearing Course* modifikasi yang terendam secara menerus dalam air pasang (Rob) dan juga air banjir selama 7, 14, dan 21 hari yang dapat digunakan pada perkerasan jalan adalah kombinasi agregat Slag 50% dan LDPE 6%. Sedangkan untuk perendaman secara berkala dalam air pasang (Rob) dan juga air banjir selama 24, 48, dan 72 jam yang dapat digunakan pada perkerasan jalan adalah kombinasi agregat Slag 0% dan 50% dan LDPE 6% dan 50%. Komposisi terbaik untuk *Asphalt Concrete Wearing Course* yang didapat dalam perendaman menerus adalah agregat Slag 50% dan LDPE 6% sedangkan untuk perendaman berkala adalah agregat Slag 0% dan 50% dengan LDPE 6% dan 8%.

DAFTAR PUSTAKA

- Hainin, M. R., Yusoff, N. I. M., Mohammad Sabri, M. F., Abdul Aziz, M. A., Sahul Hameed, M. A., & Farooq Reshi, W. 2012. Steel slag as an aggregate replacement in Malaysian hot mix asphalt. *International Scholarly Research Notices*, 2012.
- Intari, D. E., Fathonah, W., & Kirana, F. W. 2018. Analisis karakteristik campuran laston (hrs-wc) akibat rendaman air laut pasang (ROB) dengan aspal modifikasi polimer starbit E-55. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 7(2).
- Jamshidi, A., Kurumisawa, K., White, G., Nishizawa, T., Igarashi, T., Nawa, T., & Mao, J. 2019. State-of-the-art of interlocking concrete block pavement technology in Japan as a post-modern pavement. *Construction and Building Materials*, 200, 713–755. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.286>
- Milad, A. A., Ali, A. S. B., & Yusoff, N. I. M. 2020. A review of the utilisation of recycled waste material as an alternative modifier in asphalt mixtures. *Civil Engineering Journal*, vol 6, hal 42–60.
- Mishra, B., & Mishra, R. S. 2015. A study on use of waste plastic materials in flexible pavements. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, vol 4(8), hal 6927–6935.
- Muammar, R., Saleh, S. M., & Yunus, Y. 2018. Durabilitas campuran laston lapis aus (AC-WC) di substitusi limbah low density polyethylene (LDPE) dengan cara kering terhadap rendaman kotor sapi. *Jurnal Teknik Sipil*, vol 1(3), hal 689–700.
- Patrisia, Y., & Murwantini, S. 2013. Influence of Ulin Wood Grain Usage as Fiber Material on Concrete Compressive and Tensile Strength. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol 1(1), hal 11–20.
- Sumarjo, J., Santosa, A., & Purbowo, R. 2017. Perancangan Dan Pembuatan Alat Uji Ndt Ultrasonic Test Dengan Metode Microcontroller. *Infomatek: Jurnal Informatika, Manajemen dan Teknologi*, vol 19(2),hal 49–56.