

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/361258215>

Inovasi Teknologi Bahan Konstruksi

Chapter · September 2021

CITATIONS

23

READS

1,168

11 authors, including:



Rais Rachman

Christian Indonesia Paulus University, Makassar, South Sulawesi Province, Indone...

75 PUBLICATIONS 231 CITATIONS

SEE PROFILE



Wayan Mustika

Haluoleo University

44 PUBLICATIONS 125 CITATIONS

SEE PROFILE



Didik Suryamiharja

Universitas Yapis Papua

5 PUBLICATIONS 32 CITATIONS

SEE PROFILE



Miswar Tumpu


179 PUBLICATIONS 503 CITATIONS

SEE PROFILE

TOHAR MEDIA



TEKNOLOGI BANGUNAN & MATERIAL



**Fatriady . Rais Rachman . Mardewi Jamal . I Wayan Muliawan . Wayan Mustika
Didik Suryamiharja S Mabui. Miswar Tumpu . Mansyur . Irianto . Masdiana**

TEKNOLOGI BANGUNAN DAN MATERIAL

Penulis :

Fatriady MR
Rais Rachman
Mardewi Jamal
I Wayan Muliawan
Wayan Mustika
Didik Suryamiharja S Mabui
Miswar Tumpu
Mansyur
Irianto
Masdiana

Editor

Sri Gusty
Meny Sriwati

PENERBIT

TOHARMEDIA

Teknologi Bangunan dan Material

Penulis :

Fatriady MR, Rais Rachman, Mardewi Jamal, I Wayan Muliawan, Wayan Mustika, Didik Suryamiharja S Mabui, Miswar Tumpu, Mansyur, Irianto, Masdiana.

Editor :

Sri Gusty, Meny Sriwati

Isbn :

978-623-5603-07-0

Desain Sampul dan Tata Letak

Ai Siti Khairunisa

Penerbit

CV. Tohar Media

Anggota IKAPI No. 022/SSL/2019

Redaksi :

JL. Rappocini Raya Lr 11 No 13 Makassar

JL. Hamzah dg. Tompo. Perumahan Nayla Regency Blok D No.25 Gowa

Telp. 0852-9999-3635/0852-4353-7215

Email : toharmedia@yahoo.com

Website : <https://toharmedia.co.id>

Cetakan Pertama September 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik termasuk memfotocopy, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak **Rp. 5.000.000.000,00 (Lima Miliar Rupiah)**
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagaimana dimaksud pada ayat 1, dipidana paling lama **5 (lima tahun)** dan/atau denda paling banyak **Rp. 500.000.000,00 (Lima Ratus Juta Rupiah)**

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat-Nya sehingga penyusunan buku “Teknologi Bangunan dan Material” ini dapat terselesaikan sehingga masyarakat, akademisi dan mahasiswa khususnya bidang Teknik Sipil dapat memanfaatkannya sebagai referensi materi dalam perkuliahan.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang konstruksi terkait material bangunan mengalami kemajuan signifikan. Banyak ditemukan inovasi terbaru mengenai material bangunan yang unik. Perlu digarisbawahi, inovasi ini tidak selalu tentang menciptakan teknologi atau bahan baru, melainkan juga pengembangan dan eksperimen dari material yang sudah ada. Pemilihan bahan bangunan yang ramah lingkungan sebaiknya dibarengi dengan pemanfaatan teknologi bangunan yang efektif dan efisien serta memenuhi kebutuhan masyarakat. Selain itu, pemilihan bahan / material yang tepat harus disesuaikan dengan kearifan lokal yang ada di lokasi pembangunan tersebut. Hal itu dikarenakan agar karakter bahan / material bangunan dapat terintegrasi dengan alam / lingkungan sekitar dan dirancang menggunakan pencahayaan alami serta efisien energi untuk keberlanjutan lingkungan, karena hakikat keberadaan manusia adalah keseimbangan baik antara manusia dengan lingkungan

Tim penulis sangat menyadari karena keterbatasan yang kami miliki sehingga buku ini masih mempunyai beberapa kelemahan. Untuk itu kritik serta saran dari rekan rekan akademisi sangat diharapkan guna memperbaiki kelemahan yang ada dan meningkatkan kualitas penyusunan buku selanjutnya. Tim penulis sangat megharapkan semoga informasi tentang teknologi bangunan dan material yang tertuang dalam pembahasan buku ini dapat bermanfaat.

Makassar, 12 September 2021

Tim Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Depan	_i
Halaman Penerbit	_ii
Kata Pengantar	_iii
Daftar Isi	_iv
Bab 1. Teknologi Bahan Bangunan	_1
1.1. Pendahuluan	_1
1.1.1. Topografi Indonesia	_2
1.2. Teknologi Rekayasa Bangunan Indonesia	_3
1.3. Teknologi Bahan Bangunan Indonesia	_7
1.4. Teknologi Green Building	_9
1.5. Penutup	_10
Bab 2. Inovasi Teknologi Bahan Konstruksi	_11
2.1. Pendahuluan	_11
2.2. Bahan Kostruksi Gedung	_12
2.2.1. Lumpur Sidoarjo (Lusi)	_13
2.2.2. Limbah Plastik	_16
2.3. Material Perkerasan Jalan	_18
2.4. Penutup	_20
Bab 3. Bahan Baku Material dan Teknologi Bangunan	_23
3.1. Pendahuluan	_23
3.2. Bahan Baku Material	_24
3.2.1. Batu Alam	_24
3.2.2. Agregat	_26
3.2.3. Bahan Perekat Hidrolis	_27
3.2.4. Logam	_28
3.2.5. Kaeramik	_29
3.2.6. Kayu dan Bambu	_29
3.3. Teknologi Bangunan	_33
3.3.1. Penentuan Posisi Bangunan dan Pengukuran	_33

3.3.2. Pekerjaan Tanah	_35
3.3.3. Pemadatan Tanah dan Stabilitas Tanah	_35
3.3.4. Pekerjaan Beton	_37
3.3.5. Tiang Pancang dan Alat Pancang	_40
3.4. Penutup	_44
Bab 4. Aplikasi Material Pada Bangunan Modern	_44
4.1. Pendahuluan	_45
4.2. Material	_46
4.3. Bangunan Modern	_47
4.3.1. Bangunan Model Minimalis	_48
4.3.2. Bangunan Model Eropa	_49
4.3.3. Rumah Gaya Eropa	_50
4.3.4. Bangunan Model Mediterania	_52
4.4. Penutup	_54
Bab 5. Inovasi Teknologi Beton	_55
5.1. Pendahuluan	_55
5.2. Inovasi Teknologi Beton Untuk Pembangunan	
Insfratraktur	_56
5.2.1. Inovasi Teknologi Beton Untuk	
Pembangunan Insfrastruktur	_56
5.2.2. Inovasi Teknologi Beton Mutu Tinggi	_58
5.2.3. Inovasi Teknologi Beton Serat	_61
5.2.4. Inovasi Teknologi Beton Polimer	_62
5.3. Penutup	_66
Bab 6. Teknologi Bahan Pada Bangunan Bertingkat	_65
6.1. Pendahuluan	_65
6.2. Teknologi bahan	_66
6.2.1. Teknologi Bahan Beton	_66
6.2.2. Teknologi Bahan Logam/ Baja Tulangan	_68
6.2.3. Perencanaan Struktur Gabungan	_69
6.2.4. Penerapan Struktur Gabungan	_70
6.3. Penutup	_72

Bab 7. Teknologi Bangunan Tahan Gempa	_75
7.1. Pendahuluan	_75
7.2. Dinding Geser Bukan Beton Bertulang	_79
7.3. Dinding Geser Rangka Kayu	_80
7.4. Dinding Geser Masonry	_85
7.5. Penutup	_87
Bab 8. Material Dinding Non-Struktural	_89
8.1. Pendahuluan	_89
8.2. Pengaruh Gempa Terhadap Non-Engineering Building	_97
8.3. Penutup	_101
Bab 9. Material Lokal	_103
9.1. Pendahuluan	_103
9.2. Material Lokal	_104
9.3. Eksplorasi Material	_106
9.4. Pemanfaatan Limbah Sebagai Material Lokal Bahan Bangunan	_108
9.5. Penerapan Material Lokal Pada Bidang Konstruksi	_110
9.6. Dampak Positif Pemanfaatan Material Lokal Untuk Bangunan	_112
9.7. Penutup	_113
Bab 10. Material Prefabrikasi dan Metode Konstruksi	_115
10.1. Pendahuluan	_115
10.1.1. Klasifikasi Mutu SNI Beton Pracetak	_116
10.1.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton	_116
10.2. Material Prefabrikasi	_118
10.2.1. Bentuk Beton Pracetak	_119
10.3. Metode Konstruksi	_124
10.3.1. Sistem Koneksi Beton Pracetak	_125
10.4. Penutup	_131
<i>Daftar Pustaka</i>	<i>_133</i>

Inovasi Teknologi Bahan Konstruksi

Rais Rachman

Universitas Kristen Indonesia Paulus

2.1 Pendahuluan

Material bahan bangunan dalam dekade terakhir ini sangat berkembang, ini terlihat dari jumlah peneliti maupun ilmuwan mengeksplorasi pengetahuan di bidang material utama dalam pembangunan bidang infrastruktur. Salah satu instansi yang banyak memberikan sumbangsih adalah Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan pemukiman (PUSKIM). Berbagai konsep bahan bangunan yang dikembangkan oleh instansi ini yaitu pemanfaatan bahan-bahan yang sudah tidak terpakai yang berdampak negatif terhadap lingkungan, sampai penggunaan lumpur. Dari inovasi ini dapat memberi kontribusi besar bagi efisiensi sumber daya dan mampu mengurangi sumber daya alam yang berlebih. Berbagai bahan konstruksi yang sering digunakan utamanya untuk pelaksanaan konstruksi di Indonesia baik sebagai bahan konstruksi gedung, maupun infrastruktur bidang ilmu teknik sipil bisa berupa kayu, logam maupun terbuat dari beton bertulang.

Pengklasifikasian penggunaan bahan konstruksi bangunan seperti kayu, baja dan beton dibagi dalam dua kategori yaitu bahan struktural yaitu bahan yang berfungsi untuk menopang suatu bangunan dan non struktural yang berfungsi untuk keperluan estetika ataupun arsitektural (Pawitro, 2018). Perkembangan teknologi bahan konstruksi pada saat sekarang ini, ditemukan bahan-bahan terbaru yang sesuai dengan karakteristik dan klasifikasi dan dapat dipergunakan untuk tujuan yang lebih maju. Bahan dari kayu pada saat ini dibuat dengan campuran partikel kayu, bahan beton dirancang lebih maju sehingga ditemukan bahan beton ringan yang dapat digunakan *finishing* maupun arsitektural.

Inovasi dari bahan bangunan dalam bidang konstruksi maka semakin terbuka kemungkinan aspek struktural maupun aspek arsitektural dapat tercapai.

Berbagai penelitian tentang inovasi bahan konstruksi dengan menggunakan bahan limbah seperti Lumpur Sidoarjo (Lusi) yang diolah menjadi beton ringan, *conblock*, *paving block*, batako dan genteng. Limbah Batu Bara (*Fly-Ash*) untuk komponen bangunan. Bata beton ringan dari *Residual Cracking Catalyst* (RCC). Sirap inovasi dari bambu. Selain itu inovasi bahan konstruksi jalan juga semakin berkembang dan telah dibuktikan dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan misalnya penggunaan limbah sebagai bahan substitusi lapisan perkerasan maupun pengganti material perkerasan jalan.

2.2 Bahan Konstruksi Gedung

Mutu dari konstruksi bangunan sangat dipengaruhi oleh material-material yang digunakan, namun dalam pelaksanaan pekerjaan haruslah mengikuti spesifikasi yang telah ditetapkan. Selain itu efisiensi biaya juga dipengaruhi oleh pemilihan material-material yang digunakan. Oleh karena itu setiap bahan yang digunakan bertujuan untuk mendirikan bangunan sesuai

dengan tujuan. Inovasi bahan konstruksi terhadap bahan baku pembuatan bahan bangunan dalam industri bahan bangunan, selain menjaga unsur kualitasnya juga mempertimbangkan masalah efisiensi biaya. Inovasi ini banyak menggunakan limbah atau hasil buangan masyarakat.

2.2.1 Lumpur Sidoarjo (Lusi)

Bencana alam pada Kecamatan Porong Kabupaten Sidoarjo Provinsi Jawa Timur pada tahun 2006 menyebabkan endapan lumpur sampai mencapai jutaan meter kubik. Dari bencana tersebut banyak peneliti yang meneliti kandungan dari lumpur tersebut beberapa peneliti diantaranya, (Aristianto, 2006) dengan hasil pengujian menunjukkan kandungan lumpur Sidoarjo seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kandungan Kimia Lumpur Sidoarjo

Nama Material	Kandungan Kimia (%)										
	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₂	SO ₃	Hilang Pijar
Lumpur Lapindo	53,08	2,07	5,60	18,27	0,57	2,89	2,97	1,44	2,96	-	10,15
Semen	20,8	65,3	3,0	6,9	-	Max 2,0	-	-	-	1,6	Max 1,5

Dari hasil penelitian ini menunjukkan Lumpur Sidoarjo ini mempunyai kandungan kimia yang dimiliki semen.

a. *Paving Block*

Paving block atau bata beton biasa juga disebut *conblock* adalah suatu komposisi bahan konstruksi yang terbuat dari bahan campuran antara semen, pasir dan air dengan atau tanpa bahan tambah yang tidak mengurangi mutu (SNI 03-0691-1996). Campuran dari *paving block* ini hampir mendekati mortar. Penggunaan untuk areal parkir pada bangunan gedung mempunyai kuat tekan antara 170 sampai dengan 200 kg/cm².

Hasil penelitian dari para peneliti dibuatlah industri *paving block* di lokasi bencana tersebut. Bahan baku yang digunakan adalah campuran 1 semen, 3 Lusi dan 1 pasir. Hasil industri di tampilkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Paving Block yang Menggunakan Lumpur Sidoarjo (Dinas PUPR Kulun Progo, 2020)

b. Genteng

Genteng adalah bagian utama dari bangunan yang berfungsi menahan cuaca panas dari sinar matahari dan melindungi bagian bangunan dari hujan. Pada pembuatan genteng lusi menggantikan agregat kasar yang mempunyai komposisi yang besar dan harga yang mahal. Proses pembuatan genteng melalui pembakaran dengan proporsi yang digunakan adalah 1 semen; 2 Lusi dan 1 pasir. Genteng ini sudah banyak digunakan pada pembangunan perumahan di wilayah Jawa Timur dengan harga yang relatif murah. Pengujian yang dilakukan oleh (Kusuma, 2020) menunjukkan genteng yang menggunakan campuran Lumpur Sidoarjo mempunyai kekuatan lentur yang cukup tinggi dan tahan terhadap resapan air.



Gambar 2.2. Genteng Menggunakan Lumpur Sidoarjo (Kusuma, 2020)

c. Beton Ringan Lusi

Beton ringan adalah jenis beton yang memiliki agregat yang ringan atau pencampuran agregat kasar dan ringan serta pasir sebagai pengganti agregat kasar. Ketentuan dari agregat ringan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton yaitu 1850 kg/m^3 serta harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan dengan tujuan struktural. Beton ringan yang memanfaatkan bahan limbah Lusi adalah salah satu komponen material dari beton yang dibuat dari bahan Lusi dengan bahan pengikat Portland semen dan mempunyai bobot ringan, mutu sedang serta bentuk yang stabil. Lusi pada pembuatan beton ringan ini menggantikan agregat seperti kerikil, pasir dan abu sehingga didapatkan material ringan, kuat, tahan terhadap suhu yang tinggi serta lingkungan yang agresif. Jenis beton ini dapat di gunakan pada konstruksi tahan api, kedap suara dan mengandung sulfat/ klorida. Pada pembuatan ini, dapat juga ditambahkan dengan abu batu bara ataupun abu sekam padi.

Penelitian yang dilakukan oleh (Lasino, 2019) menunjukkan penggunaan Lumpur Sidoarjo sebagai bahan beton ringan cukup baik, kuat dan ringan serta stabil dengan kuat tekan mencapai $f'c$ 20 Mpa atau setara dengan K.250, densitas antara 1,3 – 1,4 kg/ltr, nilai tersebut syarat SNI 2847 sedangkan kuat tarik $> 2,0 \text{ Mpa}$. Pengaruh penambahan semen dan bahan *additive* dapat meningkatkan kekuatan tarik secara signifikan, karena beton menjadi semakin lekat. Gambar beton ringan Lusi dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Beton Ringan Lusi (Dinas PUPR Kulun Progo, 2020)

2.2.2 Limbah Plastik

Salah satu permasalahan pada saat ini adalah timbunan sampah, hal ini akan menyebabkan bencana alam dan kerusakan ekosistem. Berbagai jenis sampah yang berasal dari kegiatan masyarakat diantaranya adalah sampah plastik. Sampah plastik ini dapat mencapai jumlah 34% dari jumlah sampah hasil buangan masyarakat setiap hari. Plastik adalah jenis sampah yang sulit terurai walaupun jangka waktu yang lama. Disisi lain plastik dapat didaur ulang menjadi bahan-bahan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia baik sebagai bahan penunjang maupun sebagai bahan bangunan. Industri-industri daur ulang sampah plastik yang dilakukan secara rumahan telah banyak, dimana sampah plastik ini dijadikan bahan utama yang akan di daur ulang menjadi produk baru. Jenis plastik yang mudah didaur ulang yaitu HDPE (*High-density polythylene*) seperti tutup botol plastik, LDPE (*Low-density polythylene*) seperti kantong kresek.

a. *Paving Block*

Pembuatan *paving block* ini dengan menggunakan limbah plastik didasari dengan pengurangan limbah plastik. Dalam pembuatannya limbah plastik dicampurkan dengan material lainnya untuk mendapatkan tingkat kekuatan yang memenuhi

dan tingkat kehalusannya. Dalam pembuatan *paving block* limbah plastik digunakan berupa botol plastik, pembungkus makanan ringan dengan jenis PET (*polythylene terephthalate*). PET adalah jenis plastik yang memiliki kekuatan mekanik tinggi, tidak beracun dan transparan. Penelitian yang dilakukan oleh (Burhanuddin et al., 2018) menguji *paving* yang telah dibuat yang menggunakan limbah plastik yang berjenis PET. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan rata-rata yang dihasilkan memiliki kuat tekan yang memenuhi sesuai standar SNI 03-0691-1996. Pada penelitian (Sari and Nusa, 2019) hasil uji kuat tekan dengan menggunakan limbah plastik berjenis HDPE adalah rata-rata sebesar 20 kg/cm².



Gambar 2.4. Paving Block dari Limbah Plastik (Sari and Nusa, 2019)

Mengingat harga *paving block* dari limbah plastik jauh lebih murah dibanding dengan *paving block* biasa, maka diperlukan peningkatan alat produksi untuk meningkatkan taraf pendapatan masyarakat, mengingat industri ini dapat dilakukan sebagai industri rumah tangga.

b. Genteng Komposit

Genteng dari limbah plastik telah banyak di produksi dan di perdagangkan di Wilayah Jawa. Genteng ini biasanya berukuran panjang 30 cm, lebar 14 cm dan tebal 1.5 cm. Untuk memperindah struktur genteng ini dibuat secara komposit yaitu limbah plastik yang dilelehkan kemudian dicampur dengan serbuk kaca lalu di press. Penelitian tentang inovasi genteng komposit ini yang dilakukan oleh (Jalil, 2018) menguji genteng tersebut kondisi suhu ruangan. Standar pengujian yang

digunakan adalah SNI 0097-2007 tentang genteng beton. Hasil pengujian menunjukkan nilai rata-rata penyerapan air adalah $0,5\% <$ dari standar SNI yaitu 10%. Pengujian permeabilitas tidak menunjukkan adanya rembesan air sedangkan pengujian penyerapan panas menunjukkan sebesar 77,63% lebih besar dari standar SNI yaitu 75% dan pengujian kelenturan didapatkan 6355, 31 N di mana nilai ini cukup kuat dan lentur. Karena berat dari genteng komposit ini lebih ringan dibandingkan dengan genteng beton maka secara tidak langsung mengurangi beban konstruksi.



Gambar 2.5. Genteng Limbah Plastik (Jurnal, 2021)

2.3 Material Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan yang terbentuk atas tanah dasar, lapisan fondasi bawah (LPB), lapisan fondasi atas (LPA) dan lapisan permukaan yang setiap lapisan mempunyai fungsi struktural masing-masing. Keseluruhan lapisan tersebut terbentuk dengan campuran material-material yang memperkuat konstruksi jalan. Inovasi yang banyak dilakukan pada perkerasan jalan adalah lapisan permukaan jalan, di mana material aspal di substitusi dengan limbah plastik yang lazim disebut aspal plastik. Aspal jenis ini memiliki beberapa kelebihan diantaranya tingkat kekerasan yang lebih baik dan tidak berbekas pada saat kendaraan melintas pada permukaan jalan dan ketahanan lebih

tinggi dibandingkan dengan aspal biasa. Penggunaan limbah ini sudah aman dari racun plastik berdasarkan uji klinis yang dilakukan oleh Balitbang PUPR.

Pengujian karakteristik campuran terhadap campuran AC-BC yang menggunakan limbah plastik yang dilakukan oleh (Yuniarti et al., 2020) menunjukkan dengan penambahan kadar limbah plastik 2% terhadap volume aspal akan menambah nilai stabilitas sampai dengan 1571.37 kg, sedangkan parameter marshal lainnya seperti VIM, VMA, VFB dan Flow juga masih sesuai dengan batas yang ditentukan pada Spesifikasi Bina Marga 2018. Pengujian karakteristik campuran aspal dengan penambahan limbah plastik yang dilakukan oleh (Pagewang et al., 2020) terhadap Campuran AC-Base didapat nilai stabilitas dengan penambahan 2% limbah plastik mencapai 2.252,78kg sedangkan nilai indeks kekuatan sisa (IKS) sebesar 98,31%. Dirjen Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat menargetkan penerapan teknologi aspal plastik akan dilaksanakan pada pekerjaan jalan sepanjang 25 km. Ruas-ruas tersebut di antaranya Sipinsur-Bakara di Provinsi Sumatera Utara sepanjang 3 km, pelebaran jalan Lawean-Sukapura di Jawa Timur sepanjang 1,3 km. Tiga ruas lain di Sulawesi Selatan yakni pekerjaan rekonstruksi jalan akses bandara Pongtiku-Toraja 3,5 km, rekonstruksi Janeponto-Bantaeng-Bulukumba-Bira dan Bulukumba-Sinjai 2,2 km dan pembangunan akses Labuan Bajo di NTT sepanjang 9 km.



Gambar 2.6. Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Menggunakan Limbah Plastik (Putri, 2018)

Proses pelaksanaan pencampuran aspal plastik sama dengan pencampuran aspal panas biasa yang dilaksanakan pada AMP. Perbedaan hanya pada pencampuran limbah plastik, di mana limbah plastik sebelum dicampur dengan aspal panas di cacah terlebih dahulu dengan ukuran 9,5 mm. Bahan plastik yang digunakan adalah dari kantong kresek jenis LDPE yang dibersihkan terlebih dahulu dan terbebas dari bahan organik. Penambahan limbah plastik dalam 1 ton aspal sebanyak 3,9 kg atau 6% dari berat aspal. Penambahan limbah plastik dilakukan melalui lubang kontrol pugmil pada *Asphalt Mixing Plant*. Untuk mempermudah pemasukan limbah plastik, limbah plastik di kemas ulang sesuai takaran berat perbatch dari campuran aspal.

Proses pencampuran limbah plastik menjadi aspal, mulai dari mencampurkan limbah plastik dengan agregat panas ($\pm 170^{\circ}\text{C}$). Kemudian diaduk selama 10 detik hingga bahan limbah plastik dapat menyelimuti permukaan agregat. Setelah pengadukan agregat dan limbah plastik, selanjutnya dilakukan pengadukan basah dengan menambahkan sejumlah aspal panas (160°C) selama 35 detik. Campuran beraspal panas dengan bahan limbah plastik telah siap dimobilisasi ke lapangan untuk dilakukan penghamparan dan pemadatan seperti campuran beraspal panas pada umumnya.

2.4 Penutup

Penggunaan limbah sebagai bahan pokok pembuatan bahan konstruksi, bukan hanya dapat mengurangi biaya pembuatan tetapi juga menambah penghasilan dari masyarakat, selain itu dapat menanggulangi pencemaran lingkungan. Inovasi teknologi material dari bahan limbah terus bermunculan dan telah melalui penelitian-penelitian yang dilakukan oleh para ilmuwan. Dengan adanya inovasi-inovasi teknologi bahan konstruksi yang memanfaatkan limbah sebagai bahan pokok maupun bahan tambahan, maka dapat mengurangi limbah di Indonesia, sehingga menjadi salah satu penyelesaian dan solusi

untuk pengolahan limbah terutama limbah plastik yang jumlahnya cukup banyak. Selain itu dapat menerapkan konsep yang ramah lingkungan atau *eco-friendly*.