

# PENGGUNAAN AGREGAT LOKAL SUBSTANDAR DI KABUPATEN TALAUD SEBAGAI LAPIS FONDASI JALAN RUAS BEO-ESANG

**H. R. Anwar Yamin**  
Puslitbang Jalan dan Jembatan  
Jln. A.H. Nasution 264,  
Bandung Indonesia  
ayplg@yahoo.com

**Herry Vaza**  
Puslitbang Jalan dan Jembatan  
Jln. A.H. Nasution 264,  
Bandung Indonesia  
herry.vaza@pusjatan.pu.go.id

**Robert Sihotang**  
BPJN XI  
Jln. Manado-Bitung km 14,  
Suwaan-Manado  
robertesihotang@gmail.com

## Abstract

Based on Highways 2010 General Specifications, Revision 2, aggregates found in the Talaud Regency (local aggregates) are generally categorized as substandard aggregate. To reduce the cost of construction in this Regency, the use of substandard aggregate, which is locally known as Domato aggregate, needs to be optimized. Cement stabilization based on the specification of soil-cement can be done to improve the properties of the Domato aggregate. This study aims to determine whether the use of aggregate Domato, from Karakelong Island of Talaud Regency, which is stabilized with cement, can be applied as a base course of pavement on road section of Beo-Esang. The results of laboratory and field tests show that Domato aggregate from Batumbalango quarry, located in Karakelong Island, Talaud Regency, which is stabilized with 5.2 % of cement has Unconfined Compression Strength value that meets the specification requirements of the soil-cement. With an appropriate smoothing technique, the use of this material as road base course can be applied easily with good results and low cost.

**Keywords:** substandard aggregate, local aggregate, cement stabilization, base course

## Abstrak

Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi-2, agregat yang terdapat di Kabupaten Talaud (agregat lokal) umumnya dikategorikan sebagai agregat substandar. Untuk menekan biaya pembangunan di kabupaten ini penggunaan agregat substandar, yang secara lokal dikenal dengan nama agregat Domato, perlu dioptimalkan. Stabilisasi semen dengan mengacu pada spesifikasi tanah-semen dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat agregat Domato tersebut. Studi ini bertujuan untuk mengetahui apakah penggunaan agregat Domato, dari Pulau Karakelong Kabupaten Talaud, yang distabilisasi dengan semen, dapat diaplikasikan sebagai lapis pondasi perkerasan jalan pada Ruas Jalan Beo-Esang. Dari hasil percobaan laboratorium dan lapangan diketahui bahwa agregat Domato yang berasal dari *quarry* Batumbalango, Pulau Karakelong, Kabupaten Talaud, yang distabilisasi dengan 5,2 % semen memiliki nilai *Unconfined Compression Strength* yang memenuhi persyaratan spesifikasi tanah-semen. Dengan teknik penghalusan yang tepat, penggunaan material ini sebagai lapis pondasi jalan dapat diterapkan dengan mudah dengan hasil yang memuaskan dan dengan biaya yang murah.

**Kata-kata kunci:** agregat substandar, agregat lokal, stabilisasi semen, lapis pondasi jalan

## PENDAHULUAN

Kabupaten Talaud adalah kabupaten baru, hasil pemekaran Kabupaten Kepulauan Sangihe dan Talaud di Provinsi Sulawesi Utara, yang terbentuk pada tahun 2000. Wilayah kabupaten ini merupakan kawasan paling utara di Indonesia Timur, yang berbatasan dengan daerah Davao del Sur, Philipina. Kabupaten ini terdiri atas 20 pulau, dengan pulau utama adalah Pulau Karakelang, Pulau Salibabu, dan Pulau Kabaruan. Kondisi Kabupaten

Kepulauan Talaud termasuk dalam 199 daerah tertinggal di Indonesia dan masih terisolir karena berbagai keterbatasan infrastruktur dasar, ekonomi, sosial budaya, perhubungan, telekomunikasi dan informasi, serta pertahanan keamanan.

Salah satu keterbatasan infrastruktur di Kabupaten Talaud adalah kurang dan jeleknya jaringan jalan yang ada. Masalah utama yang dihadapi dalam pembangunan jalan di daerah ini adalah mahalnya harga satuan pekerjaan jalan karena agregat yang digunakan untuk pembangunan, khususnya untuk pembangunan jalan, harus didatangkan dari daerah lain, seperti Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. Hal ini dilakukan karena agregat yang banyak terdapat di kabupaten Talaud tidak memenuhi sifat sebagai bahan konstruksi jalan, sebagaimana disyaratkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi-2. Dengan keinginan untuk meningkatkan efisiensi anggaran, penggunaan agregat lokal di kabupaten ini perlu dioptimalkan.

Studi pemanfaatan agregat lokal dari kabupaten Talaud-Sulawesi Utara telah dilakukan oleh Yamin et al. (2012). Salah satu kesimpulan yang didapat adalah bahwa agregat dari *quarry* yang terdapat di kabupaten ini umumnya masih dapat digunakan sebagai lapis pondasi melalui proses stabilisasi semen. Berdasarkan kesimpulan ini optimalisasi penggunaan agregat lokal yang banyak terdapat di Kabupaten Talaud dengan cara stabilisasi perlu diimplementasikan pada tingkat proyek sehingga biaya pembangunan jalan dapat ditekan. Selain itu percepatan pembangunan juga dapat dilakukan karena kondisi laut yang selama ini menjadi hambatan dalam pengadaan material dapat dieliminasi atau paling tidak dapat direduksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah Domato, yaitu agregat lokal dari Pulau Karakelong di Kabupaten Talaud, yang distabilisasi dengan semen dapat diaplikasikan pada skala proyek sebagai lapis pondasi bawah ataupun sebagai lapis pondasi atas perkerasan jalan. Evaluasi kinerja jangka panjang dari penggunaannya tidak dibahas dalam studi ini.

### **Agregat Substandar**

Agregat substandar dapat berasal dari alam ataupun buatan. Beberapa contoh agregat substandar yang berasal dari alam adalah batu gamping, batu karang, batu apung, agregat dari kelompok silika agregat, pasir kuarsa, dan pasir laut. Sedangkan agregat substandar buatan dapat berupa agregat yang sengaja dibuat, seperti alwa, batu bata, dan genting, atau berasal dari sisa produksi (*waste*), seperti *slag* dan *tailing*.

Agregat substandar dapat memiliki satu atau lebih kekurangan sifat-sifat yang diinginkan. Sifat yang umumnya tidak terpenuhi, antara lain, adalah gradasi, bidang pecah, kepipihan, kekerasan (abrasi), keawetan (*soundness*), dan kadar lempung. Oleh sebab itu, secara umum, agregat substandar atau agregat marjinal adalah agregat yang biasanya tidak digunakan untuk keperluan tertentu karena tidak memiliki atau memenuhi sifat-sifat yang disyaratkan dalam spesifikasi. Namun demikian agregat seperti ini masih memiliki kemungkinan untuk bisa sukses digunakan dengan cara mencampurnya dengan bahan

pengikat sehingga membentuk lapisan agregat yang terikat kuat oleh bahan pengikat (*bound layer*) atau dengan memodifikasi desain perkerasan standar dan prosedur konstruksi. Dengan beberapa perbaikan atau desain struktural yang sesuai, agregat lokal yang tidak memenuhi spesifikasi memberikan kinerja lapangan yang cukup memadai, khususnya untuk jalan bervolume lalu lintas rendah (Collin et al, 1994).

### Agregat untuk Lapis Pondasi

Sebagai bahan untuk Lapis Pondasi Atas (LPA), agregat harus bersifat Non Plastis (NP). Hal ini bertujuan untuk menjamin agar lapis resap pengikat (*prime coat*) yang diberikan dapat menyatukan LPA dengan lapisan beraspal di atasnya. Selain itu untuk menjamin bahwa LPA dapat memikul dan mendistribusikan beban yang diterimanya, agregat yang digunakan harus kuat dan memiliki *interlocking* yang baik. Untuk memenuhi fungsi sebagai LPA, agregat harus memenuhi beberapa persyaratan, yang meliputi kekerasan, indeks plastis, batas cair, dan daya dukung yang memadai. Dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi-2 (BM, 2010), besarnya nilai parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Ketentuan Agregat untuk Lapis Pondasi dan Bahu Jalan (BM, 2010)

Parameter	Kelas A	Kelas B	Kelas S
Abrasi Agregat Kasar	0-40 %	0-40 %	0-40 %
Indeks Plastisitas (SNI 1966:2008)	0-6	0-10	4-15
Hasil kali Indeks Plastisitas dengan % Lolos Ayakan No. 200	maks. 25	-	-
Batas Cair	0-25	0-35	0-35
Bagian yang Lunak	0-5 %	0-5 %	0-5 %
<i>California Bearing Ratio</i> (CBR)	min. 90 %	min. 60 %	min. 50 %

### Stabilisasi Semen

Kekuatan atau ketahanan deformasi lapisan pada struktur perkerasan jalan yang tidak memadai adalah permasalahan yang seringkali ditemui. Peningkatan kekuatan, ketahanan deformasi, dan durabilitas lapisan perkerasan jalan dapat dilakukan dengan cara stabilisasi. Banyak bahan yang dapat digunakan sebagai bahan penstabil (*stabilizer*) dengan semen dan kapur merupakan dua jenis *stabilizer* yang sudah digunakan sejak lama.

Stabilisasi dengan semen dapat dilakukan hampir pada semua jenis tanah. Sedangkan stabilisasi dengan kapur hanya akan berhasil untuk jenis tanah tertentu. Stabilisasi semen adalah stabilisasi yang *soil independent* sedangkan stabilisasi kapur adalah stabilisasi yang *soil dependent*. Namun demikian kelebihan stabilisasi kapur adalah bahwa kapur dapat berfungsi baik sebagai *stabilizer* ataupun sebagai *modifier* sedangkan semen hanya sebagai *stabilizer* saja dengan tanpa mengubah sifat fisik bahan yang distabilisasi, terutama pada sifat plastisitasnya (Purbi et al., 2011).

Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi-2 (BM, 2010), bahan yang distabilisasi dengan semen dapat dikategorikan sebagai *soil cement* (SC) atau *Cement*

*Treated Base/Sub-base* (CTB atau CTSB). Kedua kategori ini dibedakan berdasarkan bahan yang digunakan dan kekuatan akhir yang dapat dicapai setelah bahan tersebut distabilisasi dengan semen. Bahan yang digunakan untuk SC harus berukuran lebih kecil dari 75 mm dan kurang dari 50 % lolos saringan No. 200 (0,075 mm). SC yang dihasilkan harus memiliki kekuatan melalui uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compressive Strength*, UCS) antara (20-35) kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan bahan yang digunakan untuk CTB dan CTSB masing-masing harus memenuhi sifat agregat Klas A dan Klas B sebagaimana yang disyaratkan dalam Tabel 1. Setelah distabilisasi dengan semen, CTB dan CTSB yang dihasilkan masing-masing harus memiliki kekuatan antara (35-45) kg/cm<sup>2</sup> dan (45-55) kg/cm<sup>2</sup>. Tanpa melihat jenis dan sifat bahan yang digunakan, Purbi et al. (2011) mengatakan bahwa bahan yang distabilisasi dengan semen dengan kekuatan minimum 17,5 kg/cm<sup>2</sup> dapat digunakan sebagai lapisan pondasi jalan untuk lalulintas rendah sampai sedang dan (28-35) kg/cm<sup>2</sup> untuk lalulintas berat.

### **Stabilisasi Semen pada Agregat Substandar Talaud**

Siegfried et al. (2014) telah melakukan studi laboratorium penggunaan agregat substandar yang berasal dari Kabupaten Talaud sebagai bahan jalan. Pada studi ini digunakan agregat yang berasal dari beberapa *quarry*, antara lain Melong, Beo, dan Rainis. Bahan dari *quarry* tersebut memiliki nilai abrasi lebih besar dari 40 % dan bersifat plastis, yang bentuk fisiknya ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1** Bentuk Fisik Agregat dari Beberapa *Quarry* di Talaud

Berdasarkan sifat tersebut Siegfried et al (2014) menyimpulkan bahwa bahan dari *quarry* Melong, Beo, dan Rainis tidak dapat digunakan sebagai LPA, LPB, maupun sebagai bahan untuk bahu jalan (Klas S). Namun bahan tersebut masih dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan bila distabilisasi dengan menggunakan semen. Berdasarkan sifat yang dimilikinya, bahan dari *quarry* tersebut dapat distabilisasi dengan semen yang mengacu pada Seksi 5.4 Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi-2 (BM, 2010). Penambahan (3-7) % semen pada material tersebut dapat menghasilkan nilai UCS yang memenuhi persyaratan UCS untuk SC sebagaimana disyaratkan dalam spesifikasi tersebut.

## APLIKASI DAN DISKUSI

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Siegfried et al. (2014), penggunaan agregat lokal substandar yang berasal dari Kabupaten Talaud dicobakan pada skala proyek sebagai lapis pondasi proyek Rekonstruksi atau Peningkatan Struktur Jalan Beo-Esang, Talaud. Agregat yang digunakan untuk lapis pondasi ruas jalan ini berasal dari *quarry* Batumbalango. Secara visual agregat dari *quarry* ini mirip dengan agregat yang berasal dari *quarry* Melong, Beo, dan Rainis yang digunakan oleh Siegfried et al. (2014). Masyarakat setempat mengenal agregat dan menyebutnya sebagai Domato. Sifat Domato yang digunakan sebelum distabiliasi dengan semen ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Sifat Domato dari *Quarry* Batumbalango Kabupaten Talaud

Parameter	Standar Pengujian	Hasil
Abrasi ( %)	SNI 2417 : 2008	50
Indeks Plastis	SNI 03-1966 : 1989	NP
Kepadatan (grm/cm <sup>3</sup> )	SNI03-1742 : 1989	1,776
Kapar Air Optimum	SNI 03-1742 : 1989	11,5
CBR ( %)	SNI 03-1744 : 1989	>100

Berdasarkan sifat fisiknya batuan dari *quarry* Batumbalango ini dapat digolongkan sebagai batuan karang pasir (*sand reef*). Apabila dipecahkan batuan ini akan membentuk agregat yang dominan dengan butiran berukuran pasir. Sedangkan dari sudut mineralogi, agregat dari *quarry* Batumbalango ini masuk dalam kelompok agregat karbonat, bermuatan ion positif, dan bersifat hidrofobik.

Berdasarkan hasil pengujian yang terdapat pada Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa agregat dari *quarry* Batumbalango ini termasuk agregat substandar karena tidak memenuhi sifat agregat untuk lapis pondasi maupun bahu jalan sebagaimana disyaratkan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi-2 (BM, 2010). Pada kadar air optimum (11,5 %) dapat menghasilkan daya dukung dengan nilai CBR lenih besar dari 100 % (lebih besar dari yang disyaratkan untuk LPA) namun berdasarkan nilai kekerasannya (abrasi) agregat ini tidak dapat digunakan sebagai LPA. Selain itu agregat ini tidak dapat digunakan sebagai LPB ataupun bahan untuk bahu jalan karena nilai abrasi yang besar dan bersifat NP.

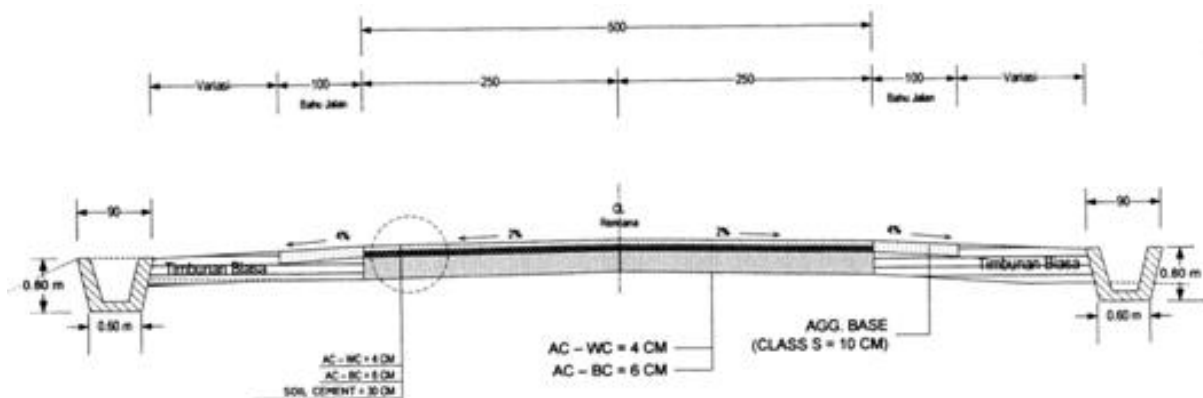
Walaupun digolongkan sebagai agregat substandar, berdasarkan sifat fisik, sifat kimia, dan batas Atterberg agregat Domato dari *quarry* Batumbalango ini masih dapat digunakan sebagai bahan jalan dengan penambahan semen (*cement stabilization*). Dari hasil percobaan laboratorium (Tabel 3) diketahui bahwa penambahan semen sebanyak (4,4-6,8) % dapat dihasilkan Domato-semen dengan nilai UCS antara (20-35) kg/cm<sup>2</sup>. Nilai ini sesuai dengan persyaratan SC sebagaimana disyaratkan dalam Seksi 5.4 dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi-2 (BM, 2010). Walaupun penambahan semen lebih lanjut masih dapat menaikkan nilai UCS agregat ini, namun agregat ini tidak dapat digunakan sebagai material untuk CTB maupun CTSB (Seksi 5.5 spesifikasi yang sama) karena tidak memenuhi persyaratan Agregat Klas A dan Agregat Klas B (seperti yang ada pada Tabel 1).

Berdasarkan hal tersebut dan dengan mengacu pada persyaratan SC, bila target nilai UCS direncanakan sebesar  $24 \text{ kg/cm}^2$ , proporsai semen yang dibutuhkan oleh agregat Domato adalah sebesar 5,2 % (Tabel 3). Untuk kondisi ini kadar air optimum yang dibutuhkan adalah pada rentang (11-12) %. Besarnya nilai UCS ini ekivalen dengan nilai CBR sebesar 143 %. Dengan demikian, lapisan Domato-semen dapat digunakan sebagai lapis pondasi perkerasan jalan.

**Tabel 3** Sifat Domato-Semen

Parameter	Standar Pengujian	Hasil
Kuat Tekan Beban ( $\text{kg/cm}^2$ )		
- Kadar Semen 4,4 %	SNI 03-6887 : 2002	20
- Kadar Semen 5,2 %		24
- Kadar Semen 6,8 %		35

Dengan mengacu pada hasil laboratorium, campuran Domato-semen dicoba diaplikasikan pada skala proyek di lapangan, yaitu sebagai lapis pondasi ruas jalan Beo-Esang, Kabupaten Talaud. Pada proyek ini tebal total Domato-semen yang digunakan sebagai lapis pondasi adalah 30 cm ( $2 \times 15 \text{ cm}$ ) sepanjang 8,84 km dan di atasnya ditutup dengan lapisan beraspal AC-BC (6 cm) dan AC-WC (4 cm). Struktur dan dimensi perkerasan yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2** Struktur dan Dimensi Perkerasan Ruas Jalan Beo-Esang

Untuk memenuhi persyaratan ukuran, agregat Domato yang digunakan harus dipecahkan terlebih dahulu sebelum proses stabilisasi dilaksanakan. Pada Domato-semen lapis pertama (15 cm), agregat dari *quarry* Bantumbalango dipadatkan terlebih dahulu pada badan jalan yang akan distabilisasi dengan menggunakan *vibrating roller* dengan frekuensi getaran yang tinggi sebelum pemberian semen dilakukan. Pemadatan ini dimaksudkan untuk memecahkan agregat Domato, yang merupakan agregat *sand reef*, menjadi bahan berbutir dengan ukuran maksimum 7,5 mm dengan 50 % lolos saringan No. 200 sehingga memenuhi sifat bahan untuk SC. Dengan cara ini pekerjaan dapat dilakukan dengan cepat, dengan volume mencapai  $150 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Setelah itu lapisan digemburkan kembali dan

dicampur dengan semen sebanyak 5,2 %. Setelah campuran merata dan kadar airnya diperiksa, penambahan air mungkin dibutuhkan untuk mencapai kadar air optimum. Selanjutnya campuran diaduk kembali, dibentuk, dan dipadatkan.



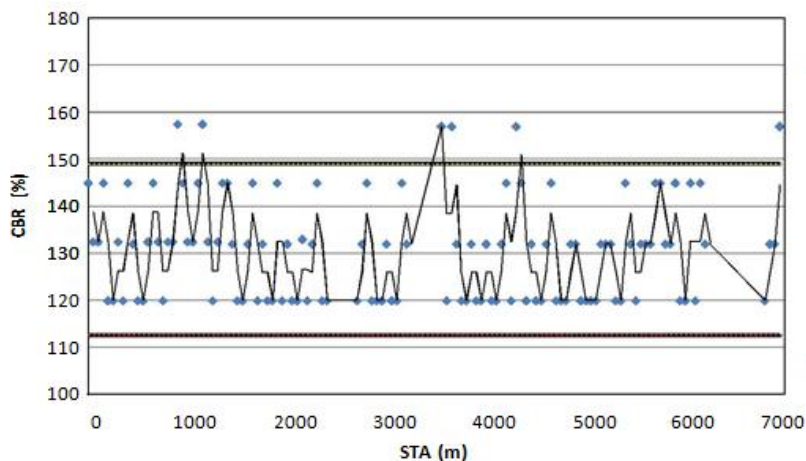
**Gambar 3** Tahapan Pelaksanaan

Lapisan Domato-semen lapis kedua (15 cm) dilakukan setelah Domato-semen lapis pertama telah berumur paling sedikit 7 hari. Untuk mencegah rusaknya lapis pertama, penghalusan agregat tidak dilakukan di lapangan sebagaimana yang dilakukan pada lapis pertama tetapi dilakukan di *quarry* dengan menggunakan *crusher*. Setelah didapatkan agregat dengan ukuran butiran yang sesuai, agregat ini dibawa ke lapangan dan dihampar. Selanjutnya komposisi semen, kadar air, metode pencampuran, pengadukan, dan pematatan Domato-semen lapis kedua ini dilakukan dengan cara yang sama sebagaimana dilakukan pada Domato-semen lapis pertama. Dengan cara ini kerusakan lapis pertama dapat dihindari, namun kecepatan pekerjaan menurun, dengan volume hanya mencapai 120 m<sup>3</sup>/hari. Urutan pekerjaan Domato-semen lapis pertama dan lapis kedua yang dilakukan di lapangan ditunjukkan pada Gambar 3.

Untuk mengetahui kekuatan dan keseragaman Domato-semen yang dihasilkan di lapangan, pengujian DCP dilakukan pada setiap lapisan yang telah berumur 7 hari. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 4. Dari pengujian ini diketahui bahwa nilai CBR rata-

rata Domato-semen yang dihasilkan di lapangan adalah sebesar 130 % dengan deviasi standar sebesar 11 %. Dengan nilai rata-rata ini dan dengan tingkat kepercayaan 95 % dapat disimpulkan bahwa Domato-semen yang dihasilkan di lapangan memiliki keseragaman daya dukung yang sangat baik.

Bila rasio antara nilai CBR rata-rata yang diperoleh dari pengujian lapangan dengan nilai CBR laboratorium dinyatakan sebagai Faktor Efisiensi (FE) alat pencampur dan pengaduk pada pekerjaan *treated cement* di lapangan, alat yang digunakan pada proyek ini (rotovator pertanian) memiliki nilai FE sebesar 91 %.



**Gambar 4** Nilai CBR Domato-Semen di Lapangan Hasil Uji DCP

Penggunaan agregat lokal substandar yang terdapat di suatu daerah, seperti agregat Domato, belum tentu memberikan keuntungan finansial dibandingkan dengan bila menggunakan agregat standar yang didatangkan dari daerah lain. Untuk itu perlu dilakukan kajian finansial sebelum diambilnya keputusan penggunaan agregat lokal substandar tersebut. Pada studi ini kajian finansial hanya dilakukan dengan melihat biaya awal (*Initial Cost*, IC) dan biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*, LCC) penggunaan agregat Domato.

Dari analisis harga satuan diketahui bahwa harga Domato-semen di Talaud adalah Rp 700 ribu/m<sup>3</sup> sedangkan harga agregat Klas A adalah sebesar Rp 1 juta/m<sup>3</sup>. Untuk struktur perkerasan yang menggunakan Domato-semen sebagai lapis pondasi, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2, harga konstruksi lapisan perkerasan sampai dengan lapis beraspalnya adalah sebesar Rp 419 ribu per m<sup>2</sup>. Sedangkan bila lapis pondasinya dibuat dengan menggunakan agregat Klas A, dengan tebal yang sama, harga konstruksi meningkat menjadi Rp 509 ribu per m<sup>2</sup>. Dengan demikian IC konstruksi yang menggunakan Domato-semen adalah 18 % lebih murah dibandingkan dengan bila menggunakan agregat Klas A. Sedangkan untuk kekuatan yang sama (*Structural Number* yang sama), IC konstruksi yang menggunakan Domato-semen adalah 25 % lebih murah.

Struktur perkerasan yang menggunakan lapis pondasi Domato-semen, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2, dapat melayani lalu lintas sebanyak 1.222.440 kendaraan sebelum jalan tersebut mencapai kondisi jelek dengan Indeks Pelayanan Akhir (IPT) sebesar 2. Sedangkan untuk kondisi yang sama, struktur perkerasan yang menggunakan



agregat Klas A sebagai lapis pondasi hanya dapat melayani lalu lintas sebanyak 852.286 kendaraan. Berdasarkan hal ini dapat dikatakan bahwa untuk tebal yang sama penggunaan Domato-semen sebagai lapis pondasi memiliki LCC lebih kecil 43 % dibandingkan dengan penggunaan agregat Klas A. Sedangkan untuk kekuatan yang sama, LCC Domato-semen adalah 75 % terhadap harga lapis pondasi agregat Klas A.

Pada Tabel 4 ditunjukkan rangkuman analisis finansial yang dilakukan. Terlihat bahwa penggunaan Domato yang distabilisasi dengan semen sebagai lapis pondasi memberikan keuntungan finansial, dari sudut pandang IC maupun LCC, dibandingkan dengan penggunaan agregat Klas A. Untuk tebal yang sama IC dan LCC struktur perkerasan Domato-semen masing-masing adalah 82 % dan 57 % terhadap harga penggunaan agregat Klas A sebagai lapisan pondasi. Sedangkan untuk kekuatan struktural yang sama, nilai IC dan LCC adalah 75 % terhadap harga penggunaan agregat Klas A.

**Tabel 4** Perbandingan Harga Konstruksi Domato-Semen dengan Agregat Klas A

Parameter	Indikator Struktural Jenis Lapis Pondasi	
	Tebal sama	SN sama
<i>Initial Cost</i>	82 %	75 %
<i>Life Cycle Cost</i>	57 %	75 %

## KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan dapat disampaikan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Agregat Domato *quarry* Batumbalango, Kabupaten Talaud, merupakan agregat substandar sehingga tidak dapat digunakan baik sebagai agregat untuk lapis pondasi Klas A, Klas B, maupun untuk bahu jalan (Klas S) walaupun agregat ini dapat menghasilkan kekuatan dengan nilai CBR yang lebih besar dari 90 %.
2. Penambahan (4,4-6,8) % semen pada agregat Domato dapat menghasilkan nilai UCS sesuai yang disyaratkan untuk *soil cement*, yaitu (20-35) kg/cm<sup>2</sup>. Untuk target nilai UCS sebesar 24 kg/cm<sup>2</sup>, agregat Domato membutuhkan semen sebesar 5,2 %.
3. Karena agregat Domato merupakan agregat *sand reef*, untuk memenuhi persyaratan agregat ini dapat dipecahkan dengan menggunakan *vibrating roller* atau dengan *crusher*. Dengan alat ini volume pekerjaan yang dapat dicapai masing-masing adalah 150 m<sup>3</sup>/hari dan 120 m<sup>3</sup>/hari.
4. Domato-semen yang dihasilkan di lapangan memiliki keseragaman daya dukung yang sangat baik dengan nilai CBR rata-rata 130 % dan deviasi standar 11 %.
5. Untuk tebal yang sama, struktur perkerasan yang menggunakan Domato-semen sebagai lapis pondasi memiliki IC dan LCC masing-masing 18 % dan 43 % lebih murah dibandingkan bila menggunakan agregat Klas A. Sedangkan untuk kekuatan struktural yang sama, penghematan baik untuk IC maupun LLC adalah sebesar 25 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum 2010 Revisi-2*. Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Purbi, S.M. and Dixit, M. 2011. *Evaluation of Strength Characteristics of Clayey Soil by Adding Soil Stabilizing Additives*. International Journal of Earth Sciences and Engineering, 04 (06): 1060-1063.
- Siegfried, Yamin, HRA, dan Silvester, F. 2014. *Optimalisasi Pemanfaatan Agregat Lokal Kabupaten Talaud sebagai bahan Perkerasan Jalan*. Kolokium Jalan dan Jembatan 2014. Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Yamin, HRA dan Siegfried. 2012. *Penanganan dan Pemanfaatan Agregat Lokal Substandar untuk Perkerasan Jalan*. Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.