

Pengaruh Abu Kulit Kakao Sebagai Substitusi Parsial Semen Dan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kinerja Mekanis *Paving Block*

Leniyanti Ampulembang¹, Parea Rusan Rangan², Hernita Matana^{3*}

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Sulawesi Selatan, Indonesia

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Sulawesi Selatan, Indonesia

Email Koresponden: hernitamatana@ukitoraja.ac.id

Abstrak

Bata beton (*paving block*) adalah salah satu jenis beton non struktural dan beton pracetak hasil pabrikasi dengan ukuran tertentu yang digunakan sebagai bahan penutup lapisan perkerasan seperti jalan, tempat parkir, trotoar, dan lain-lain. Dalam upaya mengurangi dampak lingkungan akibat produksi semen yang menghasilkan emisi CO₂ cukup besar, pemanfaatan bahan alternatif sebagai substitusi parsial semen semakin banyak diteliti. Salah satu bahan potensial adalah abu kulit kakao karena mengandung silika (SiO₂) dan alumina (Al₂O₃) yang berperan sebagai bahan pozzolan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu kulit kakao sebagai substitusi parsial semen dan penambahan *Superplasticizer* terhadap kinerja mekanis *paving block*, khususnya pada aspek kuat tekan dan daya serap air. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di Laboratorium. Benda uji berukuran 20 cm x 10 cm x 8 cm, dengan variasi abu kulit kakao 4%, 5%, 6% serta penambahan *Superplasticizer* sebesar 1,7%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kuat tekan *paving block* control yaitu 13,228 MPa. *Paving block* dengan substitusi abu kulit kakao dan penambahan *Superplasticizer* menyebabkan penurunan kuat tekan, Dimana variasi 4% menghasilkan 8,385 MPa, variasi 5% menghasilkan 6,614 MPa, dan variasi 6% menghasilkan 4,947 MPa. Pada pengujian daya serap air, nilai terendah diperoleh *paving block control* sebesar 8,02%, untuk variasi 4% sebesar 8,19%, variasi 5% sebesar 10,2% dan untuk variasi 6% sebesar 14,78%. Berdasarkan SNI 03-0691-1996, kuat tekan *paving block* dengan penambahan abu kulit kakao 4% memenuhi syarat fisik Mutu D untuk taman kota dan penggunaan lain Dan Mutu C untuk penyerapan air untuk pejalan kaki.

Kata Kunci: Paving Block, Abu Kulit Kakao, Superplasticizer, Kuat Tekan, Penyerapan Air.

Pendahuluan

Pesatnya kegiatan pembangunan infrastruktur di Indonesia sangat mempengaruhi perkembangan dunia teknologi bahan bangunan. Program pembangunan yang semakin meningkat seperti pembuatan jalan, trotoar, area parkir, taman dan jalan komplek, kini tidak menggunakan lagi aspal



dikarenakan daya serap air yang kurang maksimal dan harga konstruksi bangunan berbahan aspal relative lebih mahal. Sehingga digunakan media pembangunan selain aspal karena lebih mudah dan efisien penggunaannya. Salah satu bahan bangunan yang sering digunakan di Indonesia adalah *paving block* atau bata beton.

Bata beton (*paving block*) adalah salah satu jenis beton non struktural dan beton pracetak hasil pabrikasi dengan ukuran tertentu yang digunakan sebagai bahan penutup lapisan perkerasan seperti jalan, tempat parkir, trotoar, dan lain-lain. Sedangkan menurut SNI 03-0619-996, *paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu.

Paving block sudah banyak dikenal masyarakat, hal ini dikarenakan *paving block* merupakan bahan yang ramah terhadap lingkungan dimana *paving block* sangat baik dalam membantu konservasi air tanah, pelaksanaan lebih cepat, mudah dalam pemasangan dan perawatannya, memiliki variasi corak yang menambah nilai estetika dan harga yang relative murah (Prestika, 2016).

Untuk memenuhi kualitas pavers yang dibutuhkan, maka perlu dilakukan beberapa perbaikan dalam proses pembuatan dan pemasangan *paving block*. Dalam penelitian ini pembuatan *paving block* menggunakan bahan aditif alami yang tidak merusak lingkungan yaitu abu kulit kakao yang memiliki silika yang tinggi dan penambahan *Superplasticizer*.

Kulit buah kakao merupakan produk samping dari pengolahan biji kakao (Mulyazmi dkk., 2015). Sekitar 74% komposisi kulit kakao dari buah coklat matang belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga hanya menjadi limbah produk pertanian, abu hasil pembakaran kulit kakao dapat dijadikan batu bata kuat dan tidak mudah pecah karena didalamnya mengandung 71% SiO₂ yang merupakan bahan utama dalam pembuatan semen. Pengolahan kakao banyak memberikan hasil samping yang dapat dimanfaatkan menjadi produk-produk lain yang bermanfaat dan mempunyai nilai ekonomis (Suprpti & Ramlah, 2013).

Di sisi lain, *Superplasticizer* khususnya yang berbasis *polycarboxylate ether* (PCE), mampu meningkatkan kelecakan campuran tanpa menambah kadar air, serta memperbaiki ikatan antarpartikel sehingga beton menjadi lebih padat dan kuat. Penggunaan *Superplasticizer* berperan penting dalam memperbaiki kepadatan beton dan meningkatkan kuat tekan, terutama pada campuran pengganti sebagian semen (Nasution, 2023).

Pada penelitian (Mulyazmi et al., 2015) bertujuan untuk menganalisis pengaruh abu kulit kakao sebagai bahan tambahan dalam pembuatan batu bata terhadap kuat tekan, porositas, dan daya serap air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batu bata dengan 15% abu kulit kakao yang dibakar pada 1000 °C memiliki kuat tekan tertinggi sebesar 392,2 kg/cm², jauh lebih kuat dibandingkan batu bata tanpa abu kulit kakao yang hanya mencapai 94,35 kg/cm². Selain itu, porositas dan daya serap air menurun, meningkatkan kepadatan dan ketahanan batu bata terhadap air. Penelitian ini membuktikan bahwa abu kulit kakao dapat meningkatkan kualitas batu bata secara signifikan menunjukkan bahwa kuat tekan meningkat seiring dengan bertambahnya persentase abu kulit kakao dan kenaikan suhu pembakaran. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu kulit kakao dan *Superplasticizer* terhadap kinerja mekanis dalam pembuatan *paving block*.

Metode Penelitian

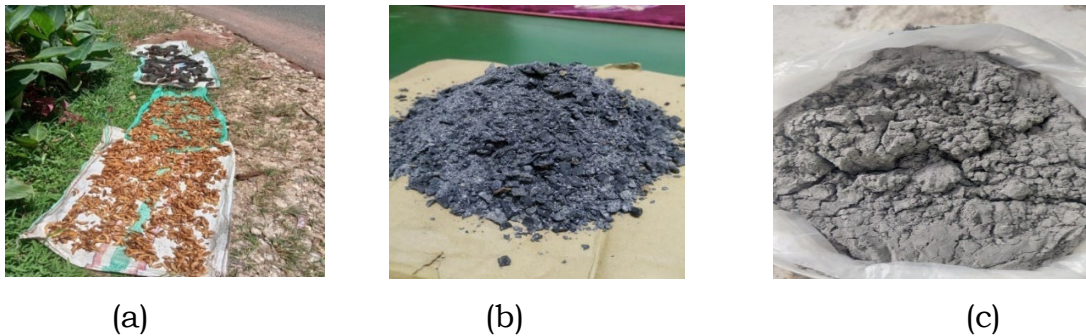
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini adalah di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja yang terletak di Kakondongan, Kecamatan Tallunglipu, Kabupaten Toraja Utara

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian berbasis studi eksperimental yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh yang diakibatkan adanya suatu perlakuan atau rekayasa suatu kondisi eksperimental. Adapun factor yang akan diteliti dalam eksperimental ini adalah bagaimana pengaruh abu

kulit kakao sebagai substitusi parsial semen dan penambahan *superplasticizer* sebagai bahan tambah pada *paving block* dan difokuskan untuk mengetahui nilai kuat tekan dan daya serap air pada *paving block*, dengan variasi penambahan abu kulit kakao sebesar 4%, 5%, dan 6% terhadap berat semen dan *superplasticizer* sebesar 1,7%.



Gambar 1. (a) Pengeringan kulit kakao, (b) Hasil pembakaran kulit kakao, (c) Abu kulit kakao lolos saringan No.200

C. Perencanaan Campuran *Paving Block* (*Mix design*)

Perancangan campuran *paving block* atau *mix design* merupakan proses menentukan komposisi bahan penyusun *paving block* agar diperoleh mutu dan kekuatan sesuai kebutuhan. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk menetapkan perbandingan yang tepat antara semen, agregat halus, dan air sehingga *paving block* yang dihasilkan memiliki tingkat kelecakan (*workability*), kekuatan tekan, daya tahan (*durability*), serta hasil akhir yang sesuai dengan standar yang ditetapkan.

D. Pengujian Karakteristik Material

Dalam penelitian ini, sebelum material digunakan untuk pembuatan benda uji, terlebih dahulu dilakukan pengujian karakteristik material yang meliputi pemeriksaan kadar air agregat, bobot isi, kadar lumpur, analisa saringan, serta pengujian berat jenis dan daya serap agregat halus.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Standar	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1.	Kadar Air	SNI 03- 1971-1990	3% - 5%	3,58	Memenuhi
2.	Kadar Lumpur	SNI 03-1754-1990	0,2% - 5%	0,908	Memenuhi

No.	Jenis Pengujian	Standar	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
Bobot Isi					
3.	Kondisi Lepas	SNI 03- 4804-1998	1,2 - 1,9 gr/cm ³	1,35	Memenuhi
4.	Kondisi Padat	SNI 03- 4804-1998	1,2 - 1,9 gr/cm ³	1,45	Memenuhi
5.	Berat Jenis (Bulk)	SNI 03-1737-1989	1,6 - 3,1 gr	2,38	Memenuhi
6.	Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan (SSD)	SNI 03-1737-1989	1,6 - 3,1 gr	2,42	Memenuhi
7.	Berat Jenis Semu (Apparent)	SNI 03-1737-1989	1,6 - 3,1 gr	2,49	Memenuhi
8.	Penyerapan	SNI 03-1737-1989	0,2% - 5%	1,90	Memenuhi

E. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji *paving block* dilaksanakan setelah perhitungan rencana campuran telah selesai, persiapan alat dan bahan dalam kondisi baik. Pembuatan benda uji beton dilakukan berdasarkan standar SNI 03-0691-1996 “Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji *Paving Block* di Laboratorium.” Dalam pembuatan benda uji, digunakan cetakan berukuran 20 cm x 10 cm x 8 cm dengan variasi penggunaan abu kulit kakao 4%, 5%, 6% dan jumlah penambahan superplasticizer yang digunakan sebesar 1,7% dari berat air. Jumlah benda uji yang dibuat 20 sampel, dan akan diuji kuat tekannya dan daya serap air dilaboratorium Teknik Sipil UKI Toraja.

Hasil/Pembahasan

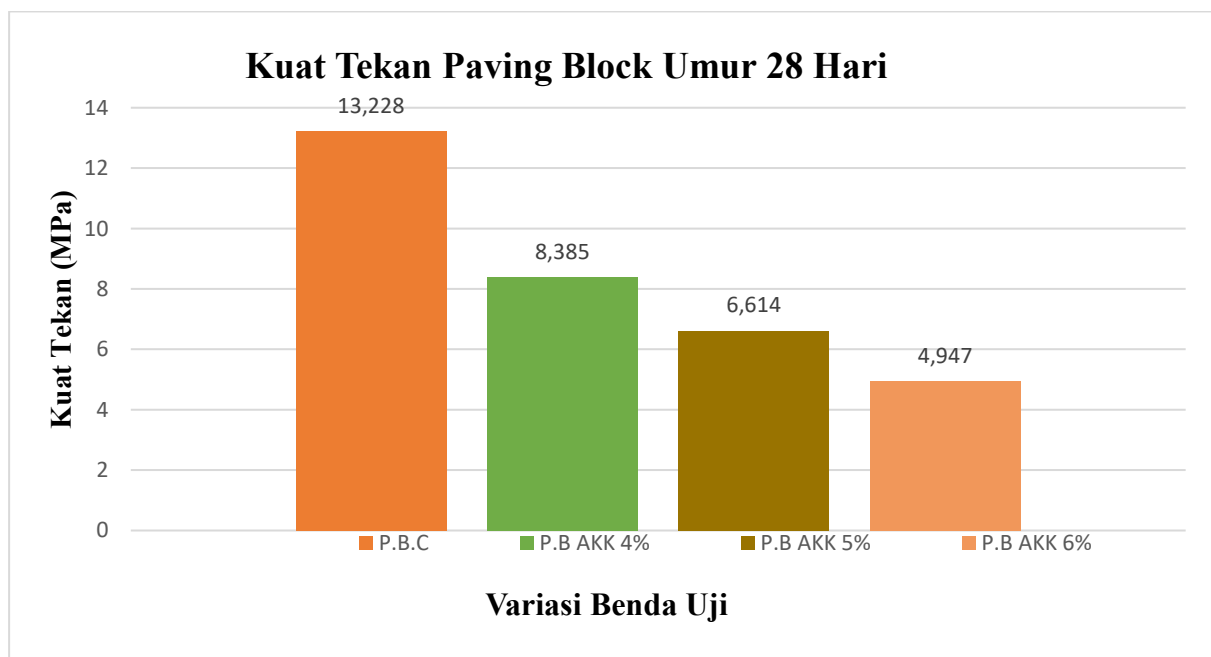
A. Kuat Tekan

Pemeriksaan kekuatan beton dilakukan saat sampel berusia 28 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan mesin tekan hidrolik untuk mendapatkan kuat tekan tertinggi *paving block* dengan beban tekan (P) yang dinyatakan dengan sataun Mpa.

Table 2. Hasil perhitungan kuat tekan paving block umur 28 hari

Variasi Campuran	Kode	Luas Penampang	Kuat Tekan	Rata – Rata
------------------	------	----------------	------------	-------------

<i>Paving block</i>	Benda Uji	(mm ²)	(MPa)	Kuat Tekan (MPa)
Control	P.B 1		14,687	13,228
	P.B 2	6400	13,281	
	P.B 3		11,718	
4% Abu Kulit Kakao	P.B 1		7,5	8,385
	P.B 2	6400	8,906	
	P.B 3		8,75	
5% Abu Kulit Kakao	P.B 1		4,062	6,614
	P.B 2	6400	8,281	
	P.B 3		7,5	
6% Abu Kulit Kakao	P.B 1		5,937	4,947
	P.B 2	6400	3,593	
	P.B 3		5,312	



Gambar 2. Grafik hasil kuat tekan rata-rata paving block

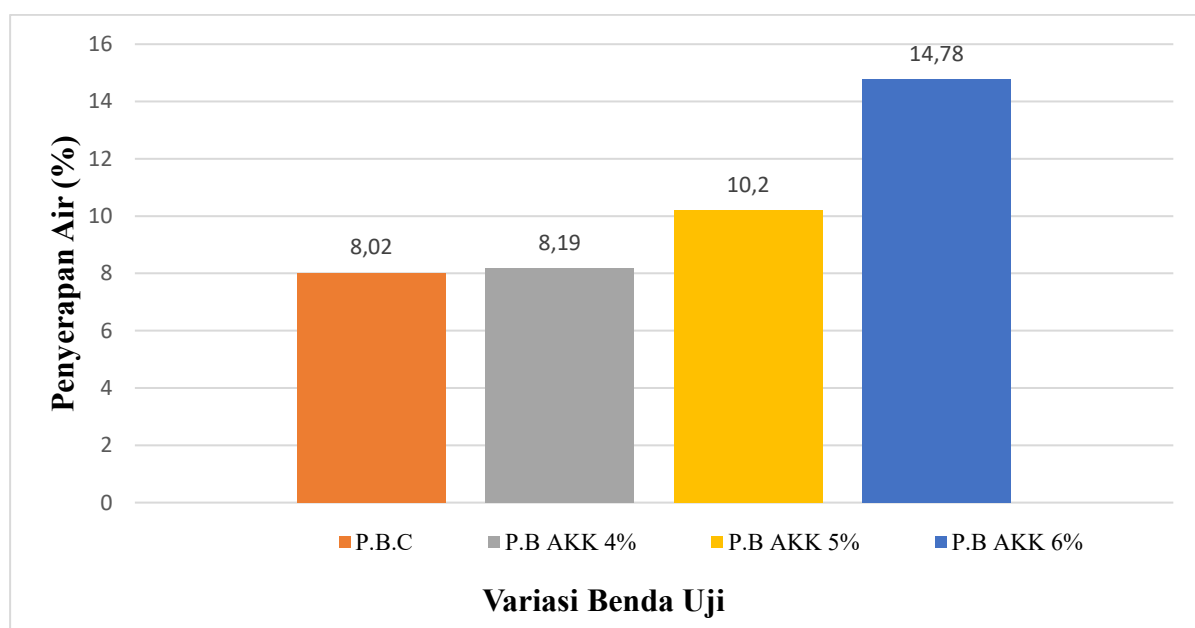
Berdasarkan gambar 2, pada umur 28 hari diperoleh kuat tekan rata-rata untuk beton normal sebesar 13,228 Mpa. Nilai kuat tekan dengan penambahan abu kulit kakao pada variasi 4% dan penambahan *Superplasticizer* 1,7% mengalami penurunan sebesar 8,385 Mpa. Dan pada

variasi 5 % dan 6 % penambahan abu kulit kakao dan penambahan *Superplasticizer* 1,7% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 6,614 Mpa sampai 4,947 Mpa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan abu kulit kakao pada variasi 4%, 5%, 6% dan penambahan *Superplasticizer* sebanyak 1,7% mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal. Hal ini terjadi dikarenakan abu kulit kakao melewati batas optimum sehingga senyawa pengikat utama (*kalsium silikat hidrat*) berkurang. Serta penambahan *Superplasticizer* yang berlebih tanpa penyesuaian air dapat menyebabkan segregasi atau kelebihan kadar air efektif, yang memicu pori-pori mikro dan menurunkan kinerja mekanis *paving block*. Penggunaan *Superplasticizer* yang melebihi batas akan memberikan dampak negative yang signifikan terhadap integritas struktur pada *paving block*.

B. Daya Serap Air

Tabel 3. Hasil pengujian daya serap air umur 28 hari

Umur	Variasi Campuran	Berat Basah	Berat Kering	Penyerapan air (%)
28	P.B Control	2.568	2.377,16	8,02
	P.B AKK 4%	2.373	2.153,23	8,19
	P.B AKK 5%	2.654	2.451,95	10,2
	P.B AKK 6%	2.602	2.266,86	14,78



Gambar 3. Grafik pengujian daya serap air paving block umur 28 hari

Dari hasil yang ditunjukkan pada gambar 3 diatas, presentase penyerapan air dari semua sampel memiliki penurunan dan peningkatan pada *paving block*. Daya serap air yang di dapatkan melalui dari terendah yaitu 8,02 % pada beton normal. Kemudian menyusul dengan angka 8,19% pada variasi 4% penambahan abu kulit kakao. Dan pada variasi 5% penambahan abu kulit kakao daya serap air naik sebesar 10,2 %. Sedangkan daya serap tertinggi terjadi pada presentase 6% abu kulit kakao sebesar 14,78%.

Daftar Pustaka

- Praputri, E., & Wahyuni, W. (2015). Pemanfaatan Abu Kulit Kakao Untuk Pembuatan Batu Bata. *Jurnal Riset Kimia*, 9(1), 15-15. <https://doi.org/10.25077/jrk.v9i1.254>
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. 1-5.
- Erlangga, E., Rahmawati, W., Amin, M., & Suharyatun, S. (2023). Pemanfaatan Limbah Kulit Kakao Sebagai Bahan Pembuat Pori Pada Ecopavings Block. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(4), 532-542. <https://doi.org/10.23960/jabe.v2i4.8187>
- Hadipramana, J., & Putra, A. (2023). Studi terhadap potensi campuran abu kulit kakao dan serbuk cangkang telur sebagai pengganti pasir silika terhadap kekuatan tekan bata ringan. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 4(1), 46-58. <https://doi.org/10.53695/jm.v4i1.889>
- Muliadi, M., Suria, A., & Lydia, E. N. (2020). Pemanfaatan Tanah Lempung Dan Abu Kulit Kakao Sebagai Bahan Baku Pengganti Pasir Pada Pembuatan Paving Block. *Jurnal Media Teknik Sipil Samudra*, 1(1), 32-36. <https://doi.org/10.55377/jmtss.v1i1.2864>
- Praputri, E., & Wahyuni, W. (2015). Pemanfaatan Abu Kulit Kakao Untuk Pembuatan Batu Bata. *Jurnal Riset Kimia*, 9(1), 15-15. <https://doi.org/10.25077/jrk.v9i1.254>
- Putri, C. A., & Paramita, A. H. (2025). *Analisis Sifat Mekanis Paving Block Dengan Penambahan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terephthalene* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Rani, M. E., Afilda, S., Zainuddin, Z., & Sari, A. N. (2025). Penggunaan Abu Kulit Kakao Sebagai Filler Pada Campuran Aspal AC-BC (Asphalt

- Concrete – Binder Course) Terhadap Nilai Marshall. *Jurnal Talenta Sipil*, 8(1), 300. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v8i1.841>
- SITUMORANG, L. M. Pengaruh Abu Kulit Kakao (Theobroma Cacao) Dan Abu Bambu (Bambuseae) Terhadap Karakteristik Paving Block.
- Sudarno, S. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Pembuatan Paving block. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 3(2), 101. <https://doi.org/10.47600/jtst.v3i2.290>
- Veranita, V., Dinda, R. P., Rasimah, R., & Malia, R. (2024). Pengaruh Penggunaan Kulit Kakao Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Jalan Rabat Beton. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 7(2), 122–131. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v7i2.37677>
- Veranita, V., Dinda, R. P., Rasimah, R., & Malia, R. (2024). Pengaruh Penggunaan Kulit Kakao Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Jalan Rabat Beton. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 7(2), 122-131. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v7i2.37677>
- Wibowo, T. T., Mudiyo, R., & Antonius, A. (2024). Evaluasi Produk Paving Block Tipe Holland Dari Beberapa Produsen Di Kota Semarang. *Pondasi*, 29(1). <https://doi.org/10.30659/pondasi.v29i1.37771>