

APLIKASI SERAT LOGAM LIMBAH DALAM UPAYA MENINGKATKAN MUTU BETON BERAGREGAT LOKAL

Fachriza Noor Abdi¹, Masayu Widiastuti², Heri Sutanto³, S.M. Fahreza N⁴

Teknik Sipil Universitas Mulawarman Samarinda

Jalan Sambaliung No. 9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119. Telp: 0541-736834, Fax: 0541-749315

e-mail: fnabdi@yahoo.com

ABSTRAK

Beton merupakan salah satu bahan yang umum digunakan untuk konstruksi bangunan. Beton dengan kualitas baik sangat mendukung struktur bangunan teknik sipil serta dapat menghasilkan bangunan yang lebih kuat dan kokoh sehingga aspek keselamatan lebih terjamin. Salah satu usaha untuk meningkatkan dan memperbaiki kinerja beton adalah dengan menambah bahan tambah pada campuran beton. Misalnya dengan menambahkan serat logam limbah kaleng. Penambahan serat logam limbah kaleng diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap beton yaitu dengan menambah kemampuan tarik serat pada beton sehingga dapat meningkatkan kuat tekan beton. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak pengaruh penambahan serat logam limbah kaleng terhadap kuat tekan dan mengetahui kadar optimum serat logam limbah kaleng terhadap campuran beton. Pengujian kuat tekan menggunakan total 36 sampel terdiri dari beton normal dan 5 variasi kadar serat logam limbah kaleng mulai dari 2,3%; 2,4%; 2,5%; 2,6%; 2,7%. Dimana sebanyak 3 buah sampel untuk masing – masing uji sampel. Perancangan campuran menggunakan metode standar SK SNI T-15-1990-03. Semua sampel dibuat dengan menggunakan cetakan kubus dengan dimensi 150 mm x 150 mm x 150 mm. Pengujian akan dilakukan pada umur 14 dan 28 hari. Berdasarkan analisis data dari hasil pengujian kuat tekan, nilai untuk masing – masing beton normal dan variasi serat logam 2,3%; 2,4%; 2,5%; 2,6%; 2,7% berturut – turut pada umur 14 hari adalah 16,230Mpa; 19,589 Mpa; 19,044 Mpa; 18,806 Mpa; 18,297 dan 19,595 Mpa. Nilai kuat tekan pada umur 28 hari adalah 19,522 Mpa; 21,075 Mpa; 26,981 Mpa; 24,201 Mpa; 21,792 dan 21,075 Mpa. Dengan kuat tekan maksimum yaitu 24,77805 Mpa pada kadar optimum 2,4628%.

Kata Kunci : Beton, Bahan Tambah, Serat Logam Limbah Kaleng, Kuat Tekan.

ABSTRACT

Concrete is one of the common material used for building construction. A good quality concrete support for building structure, and give building strength and firmness, this it gives safety and security for the building. One of the way to increase and improve the concrete is admixture added to concrete mixed. The canned waste metal fibers is added in this research. The addition of canned waste metal fibers is expected to have positive correlation with concrete compressive strength by gave adhesion to concrete mixed. The research aim is to know how much the effect which of addition canned waste metal fibers to concrete compressive strength and the optimum level canned waste metal fibers additon to concrete mixed. The compressive strength test conducted in this research, it is used 36 samples consist of a normal concrete and 4 variety of canned waste metal fibers content such 2,3%; 2,4%; 2,5%; 2,6%; 2,7%, with 3 samples for each sample test. The mix design using SK SNI T-15-1990-03 standard method. And all of the samples will be made by using cube mold with dimension of 150 mm x 150 mm x 150 mm. The test took 14 and 28 days. Based on data analysis of the compressive strength test result, shows for each a normal concrete and canned waste metal fibers variety 2,3%; 2,4%; 2,5%; 2,6%; 2,7% on 14 day in a row was 16,230Mpa; 19,589 Mpa; 19,044 Mpa; 18,806 Mpa; 18,297 MPa and 19,595 Mpa. The compressive strength at 28 day was 19,522 Mpa; 21,075 Mpa; 26,981 Mpa; 24,201 Mpa; 21,792 MPa and 21,075 Mpa. With the increase in the maximum compressive strength is 24,77805 Mpa at the optimum level of 2,4628%.

Key Words : Concrete, Admixture, Canned Waste Metal Fibers, Compressive Strength

1. Pendahuluan

Teknologi beton dalam bidang konstruksi di Indonesia terus menerus mengalami

peningkatan, hal ini tidak lepas dari tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur yang semakin maju, seperti

jembatan, bangunan gedung bertingkat tinggi, dan fasilitas lainnya. Hal ini mendorong adanya kebutuhan akan teknologi konstruksi yang tepat guna baik secara teknis maupun jika ditinjau dari sisi ekonomis. Banyak kajian dan penelitian yang dilakukan untuk mendapat spesifikasi konstruksi yang kuat dan hemat, tidak terkecuali pada beton yang merupakan komponen yang hampir selalu digunakan pada setiap konstruksi.

Beton digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil, dapat dimanfaatkan untuk banyak hal. Dalam teknik sipil struktur beton digunakan untuk bangunan pondasi, kolom, balok, pelat atau pelat cangkang. Dalam teknik sipil hidro, beton digunakan untuk bangunan air seperti : bendungan, saluran, dan drainase perkotaan. Beton juga digunakan dalam teknik sipil transportasi untuk pekerjaan *rigid pavement* (lapis keras permukaan yang kaku), saluran samping, gorong-gorong, dan lainnya. Jadi beton hampir digunakan dalam semua aspek ilmu teknik sipil. Artinya, semua struktur dalam teknik sipil akan menggunakan beton minimal dalam pekerjaan pondasi.

Struktur beton dapat didefinisikan sebagai bangunan beton yang terletak di atas tanah yang menggunakan tulangan atau tidak menggunakan tulangan. Struktur beton sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas bahan-bahan pencampur beton, yang dibatasi oleh kemampuan kuat tekan beton seperti yang tercantum dalam perencanaan. Hal tersebut bergantung pada kemampuan daya dukung tanah (*supported by soil*), kemampuan struktur yang lain atau kemampuan struktur atasnya (*vertical support*).

Pada umumnya beton terbentuk dari tiga bahan campuran utama yaitu semen, agregat, dan air. Terkadang adapula pemberian bahan tambah atau bahan pengganti yang diperlukan pada campuran beton untuk mengubah sifat-sifat dari beton tersebut. Beberapa penelitian yang dilakukan oleh peneliti beton terdahulu menghasilkan bahwa beton yang menggunakan agregat lokal (pasir mahakam) tidak dapat mencapai kekuatan tekan yang direncanakan.

Di Indonesia bahan tambahan telah banyak digunakan, manfaat dari bahan tambahan tersebut perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang dipakai di lapangan. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk meningkatkan kekuatan tekan beton, memperbaiki kinerja workability atau untuk tujuan lain yaitu penghematan energi. Namun selain memperbaiki kinerja dan penghematan

energi, kita juga dapat menggunakan bahan tambah dalam campuran beton yang dapat menghemat biaya dan bahan, misalnya pemanfaatan limbah logam.

Limbah logam merupakan bahan limbah dari bekas kaleng tempat susu, minuman, cat, limbah bubut dan lain lain yang banyak di jumpai di daerah Samarinda. Limbah kaleng dapat diubah menjadi serat kaleng yang merupakan bahan serat yang dibuat dari kaleng bekas yang di modifikasi menjadi serat-serat kecil dengan ukuran tertentu dan dapat di jadikan salah satu alternatif untuk meningkatkan kualitas beton. Penambahan serat secara normal akan memperbaiki kekuatan fisik beton. Tergantung pada faktor seperti semen-air, kualitas pasir, air dan agregat.

1.1 Rumusan Masalah

Adapun rumusan-rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

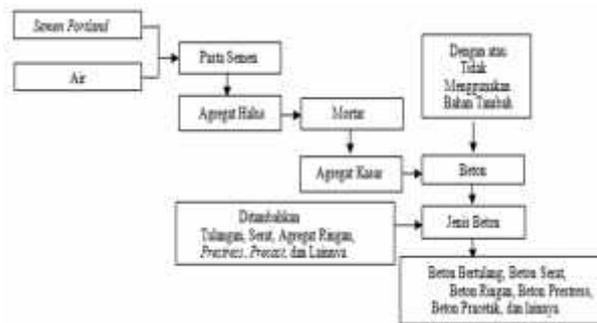
1. Seberapa besar pengaruh penambahan bahan tambah limbah kaleng ini terhadap kuat tekan beton dengan agregat halus pasir mahakam dan agregat kasar koral palu.
2. Seberapa besar komposisi optimum bahan tambah kaleng ini pada campuran beton.
3. Perubahan kekuatan tekan beton berhubungan dengan jumlah presentase (%) penambahan limbah kaleng ini pada campuran beton.

Ruang lingkup dalam penelitian ini dibatasi pada :

- a. Kuat tekan yang direncanakan adalah K-250.
- b. Penggunaan bahan tambah kaleng dengan ukuran $1 \times 30 \text{ mm}^2$.
- c. Menggunakan metode SKSNI T-15-1990-03 dan PBI 1970.
- d. Pengujian beton normal dilakukan pada umur beton 14 dan 28 hari dan masing-masing terdiri dari 3 buah benda uji.
- e. Pengujian beton yang menggunakan kaleng dilakukan pada umur beton 14 dan 28 hari dan masing-masing terdiri dari 3 buah benda uji. Dengan persentase penambahan serat logam kaleng limbah sebanyak 2,3%, 2,4%, 2,5%, 2,6% dan 2,7% dari berat semen.
- f. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus ukuran $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ sebanyak 36 buah benda uji, terdiri dari 30 buah benda uji pada umur 14 dan 28 hari, dan 3 buah benda uji untuk beton normal.
- g. Material yang di gunakan : Semen Tonasa, Koral Palu, Pasir Mahakam dan serat logam dari Kaleng.

2. Tinjauan Pustaka

Pada umumnya beton terbentuk dari tiga bahan campuran utama yaitu semen, agregat, dan air. Terkadang adapula pemberian bahan tambah atau bahan pengganti yang diperlukan pada campuran beton untuk mengubah sifat-sifat dari beton tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti beton terdahulu menghasilkan suatu kontradiksi. Untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan tinggi, penggunaan air atau faktor air terhadap semen haruslah kecil, sayangnya hal tersebut akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan. Kini dengan kemajuan teknologi, hal tersebut tidak lagi menjadi masalah setelah ditemukannya bahan tambah atau bahan ganti untuk campuran beton.



Gambar 2.1 Proses terjadinya beton

Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dengan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Penambahan material lain akan membedakan jenis beton, misalnya yang ditambahkan adalah tulangan baja akan terbentuk beton bertulang. Proses terjadinya beton dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Jadi semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat tekan beton yang diisyaratkan f_c adalah kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencana struktur (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm), dipakai dalam perencanaan struktur beton, dinyatakan dalam *Mega Paskal* atau Mpa (SK SNI-T-15-1991-03).

Kekuatan tekan beton dinotasikan sebagai berikut (PB, 1989 : 16).

- f_c : Kekuatan tekan beton yang disyaratkan (Mpa).
- f_{ck} : Kekuatan tekan beton yang didapatkan dari hasil uji kubus 150 mm atau dari

silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm (Mpa).

- f_c : Kekuatan tarik dari hasil uji belah silinder beton (Mpa).
- f_{cr} : Kekuatan tekan beton rata-rata yang dibutuhkan, sebagai dasar pemilihan perancangan campuran beton (Mpa).
- S : Deviasi standar (s) (Mpa).

Departemen Pekerjaan Umum dalam Pedoman Beton 1989, LPMB 1991 Pasal 4.1.2.1 memberikan hubungan kuat tekan didasarkan pada hasil uji kuat tekan silinder. Jika menggunakan kuat tekan dengan hasil uji kubus bersisi 150 mm, maka hasilnya harus dikonversi menggunakan persamaan: dalam persamaan (2.1).

$$f'_{ck} = \left[0,76 + 0,2 \cdot \text{Log} \left(\frac{f_{ck}}{15} \right) \right] f_{ck} \dots\dots\dots(2.1)$$

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton ada empat bagian utama yang mempengaruhi mutu dari kekuatan tekan beton tersebut, yaitu :

1. Proporsi bahan – bahan penyusunnya
2. Metode pencampuran
3. Perawatan
4. Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat.

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005).

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat ini pun menjadi penting. Karena itu perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan (Mulyono, 2005:65).

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Air yang dapat diminimumumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar

garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

2.1 Bahan Tambah

Admixture adalah bahan-bahan yang ditambahkan kedalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya.

Di Indonesia bahan tambah telah banyak dipergunakan. Manfaat dari bahan tambah ini perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang akan dipakai di lapangan.

Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau *mortar* tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan yang lainnya, karena penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan bahan pengganti atau substitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton atau *mortar* yang akan dihasilkan, maka kecenderungan perubahan komposisi dalam berat volume tidak terasa secara langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah.

Penambahan biaya mungkin baru terasa efeknya pada saat pengadaan bahan tambah tersebut yang meliputi biaya transportasi, penempatannya di lapangan dan biaya penyelesaian akhir beton tersebut. Jadi pertimbangan biaya diluar dari biaya yang langsung tetap menjadi perhatian dalam aspek ekonominya.

2.2 Kaleng

Kaleng adalah lembaran baja yang disalut timah. Bagi orang awam, kaleng sering diartikan sebagai tempat penyimpanan atau wadah yang terbuat dari logam dan digunakan untuk mengemas makanan, minuman atau produk lain. Dalam pengertian ini, kaleng juga termasuk wadah yang terbuat dari aluminium. Dalam kondisi standar aluminium adalah logam yang cukup lembut, kuat, dan ringan. Warnanya abu-keperakan. Aluminium murni adalah unsur yang sangat reaktif dan jarang ditemukan di Bumi dalam bentuk bebas.



Gambar. 2.2 Limbah Logam (Kaleng Minuman).

Aluminium bertindak sebagai konduktor yang sangat baik listrik dan panas, tetapi non-magnetik. Ketika aluminium terkena udara, lapisan tipis aluminium oksida terbentuk pada permukaan logam. Hal ini untuk mencegah korosi dan berkarat.

Karakteristik penting lainnya dari aluminium termasuk kepadatan rendah (yang hanya sekitar tiga kali lipat dari air), daktilitas (yang memungkinkan untuk ditarik ke dalam kawat), dan kelenturan (yang berarti dapat dengan mudah dibentuk menjadi lembaran tipis).

3. Metodologi Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Mulawarman dengan tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan bahan meliputi pemotongan kaleng limbah menjadi serat logam dan persiapan bahan penyusun beton.
2. Pemeriksaan material bahan penyusun beton.
3. Perancangan campuran beton.
4. Pembuatan benda uji, meliputi pencampuran, pengadukan, uji kelecakan campuran dengan pengujian *slump*, peretakan serta perawatannya.
5. Pengujian kuat tekan.

Bahan penyusun beton yang digunakan adalah:

1. Semen *Portland* Tipe I merk Tonasa
2. Agregat Kasar Palu
3. Agregat Halus Pasir Tenggara
4. Air
5. Serat Logam dari Kaleng Limbah.

Bahan tambah yang digunakan adalah serat logam ukuran $1 \times 30 \text{ mm}^2$.

Pembuatan sampel beton dilakukan sesuai dengan metode standar SK SNI T-15-1990-03. Sampel beton dibuat dengan menggunakan cetakan kubus dimensi $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$, sebanyak 3 sampel setiap pengujian.

Digunakan 5 variasi kadar serat logam yang digunakan yaitu 2,3%, 2,4%, 2,5%, 2,6% dan

2,7%. Sebagai pembanding dibuat pula sampel beton normal. Pengujian akan dilakukan pada umur 14 dan 28 hari.

4. Pembahasan Dan Analisis

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan pada umur 14 dan 28 hari. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.1 Grafik kuat tekan beton normal

dapat dilihat pada gambar 4.1 bahwa pada umur 14 hari dan pada umur 28 hari benda uji beton normal tanpa penambahan serat logam limbah kaleng tidak mencapai kekuatan tekan beton yang direncanakan yaitu sebesar 20,75 MPa.

Tabel 4.3 Hasil kuat tekan beton dengan penambahan serat logam limbah kaleng umur 14 hari

Variasi Limbah Kaleng (%)	Kode Kubus Beton	Kuat Tekan (Fc) (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (Fcr) (MPa)	$x_i - x \text{ rata-rata}$	$(x_i - x \text{ rata-rata})^2$	Jumlah ()	Standar Deviasi (S)	Faktor Pengali (k)	$F_c = F_{cr} - (S \times k)$ (MPa)
0	N1	16,88	16,48	0,00	0,00	1,21	0,64	0,39	16,230
	N2	17,26		-0,78	0,61				
	N3	15,70		-0,78	0,60				
2,3	A1	18,83	19,88	-1,05	1,11	1,67	0,75	0,39	19,589
	A2	20,41		0,53	0,28				
	A3	20,41		0,53	0,28				
2,4	B1	18,04	19,49	-1,45	2,09	3,84	1,13	0,39	19,044
	B2	20,80		1,32	1,74				
	B3	19,61		0,13	0,02				
2,5	C1	19,81	19,02	0,79	0,62	0,93	0,56	0,39	18,806
	C2	18,62		-0,39	0,16				
	C3	18,62		-0,39	0,16				
2,6	D1	18,04	18,50	-0,46	0,21	0,80	0,52	0,39	18,297
	D2	18,24		-0,26	0,07				
	D3	19,22		0,72	0,52				
2,7	D4	19,81	19,88	-0,07	0,00	1,59	0,73	0,39	19,595
	D5	20,80		0,92	0,85				
	D6	19,02		-0,86	0,73				



Gambar 4.2 Grafik nilai kuat tekan beton dengan penambahan serat logam limbah kaleeng umur 14 hari

Dari hasil pengujian kuat tekan pada tabel 4.3, diperoleh hasil bahwa nilai kuat tekan beton dengan penambahan serat logam limbah kaleng memiliki nilai kuat tekan yang belum mencapai kuat tekan beton yang direncanakan yaitu sebesar 20,75 MPa seperti yang terlihat pada gambar 4.2.

Tabel 4.4 Hasil kuat tekan beton dengan penambahan serat logam limbah kaleng umur 28 hari

Variasi Limbah Kaleng (%)	Kode Kubus Beton	Kuat Tekan (Fc) (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (Fcr) (MPa)	$x_i - x \text{ rata-rata}$	$(x_i - x \text{ rata-rata})^2$	Jumlah ()	Standar Deviasi (S)	Faktor Pengali (k)	$F_c = F_{cr} - (S \times k)$ (MPa)
0	N4	18,63	19,88	-1,25	1,57	2,53	0,92	0,39	19,522
	N5	20,21		0,33	0,11				
	N6	20,80		0,92	0,85				
2,3	A4	20,80	21,20	-0,40	0,16	0,32	0,32	0,39	21,075
	A5	21,20		0,00	0,00				
	A6	21,60		0,40	0,16				
2,4	B4	27,44	27,31	0,13	0,02	2,09	0,84	0,39	26,981
	B5	26,22		-1,08	1,17				
	B6	28,26		0,95	0,90				
2,5	C4	25,82	24,81	1,01	1,01	7,38	1,57	0,39	24,201
	C5	26,02		1,21	1,46				
	C6	22,60		-2,21	4,90				
2,6	D4	22,00	21,87	0,13	0,02	0,11	0,19	0,39	21,792
	D5	22,00		0,13	0,02				
	D6	21,60		-0,27	0,07				
2,7	D4	20,80	21,20	-0,40	0,16	0,32	0,32	0,39	21,075
	D5	21,20		0,00	0,00				
	D6	21,60		0,40	0,16				



Gambar 4.3 Grafik nilai kuat tekan beton dengan penambahan serat logam limbah kaleng umur 28 hari

Dari hasil pengujian kuat tekan pada tabel 4.4, diperoleh hasil bahwa nilai kuat tekan beton dengan penambahan serat logam limbah kaleng sebesar 2,4% memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi diantara persentase penambahan serat logam lainnya seperti yang terlihat pada gambar 4.3 yaitu dengan nilai 26,981 Mpa.



Gambar 4.4 Grafik perbandingan nilai kuat tekan beton dengan penambahan serat logam limbah kaleng umur 14 dan 28 hari

Dari hasil pengujian seperti yang terlihat pada grafik di atas, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton yang dihasilkan telah mencapai nilai kuat tekan yang direncanakan yaitu 20,75 MPa. Penambahan serat logam limbah kaleng sebesar 2,4% pada umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan tertinggi diantara persentase penambahan serat logam lainnya seperti yang terlihat pada gambar 4.4 yaitu 26,981 Mpa.

Berdasarkan data hasil kuat tekan beton dengan penambahan serat logam limbah kaleng pada umur 28 hari diperoleh grafik *polynomial* seperti pada gambar 4.4 dengan persamaan garis $y = -0,7966x^2 + 5,7801x + 14,293$. Dari persamaan garis tersebut dapat dicari nilai kadar optimum serat logam limbah kaleng tersebut.

Jadi, kadar optimum dari penambahan serat logam limbah kaleng pada campuran beton yaitu 2,4628% dengan nilai kuat tekan beton sebesar 24,77805 Mpa.

5. Kesimpulan

1. Penambahan limbah serat logam dari kaleng minuman hingga pada kadar tertentu pada campuran beton dengan agregat halus pasir
2. Mahakam dan agregat kasar Palu mengakibatkan peningkatan kuat tekan. Setelah mencapai nilai kuat tekan beton maksimum, penambahan limbah serat logam dari kaleng minuman selanjutnya mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan beton.
3. Kadar optimum penambahan limbah serat logam dari kaleng minuman pada campuran beton dengan agregat halus pasir Mahakam dan agregat kasar Palu adalah 2,4628% dengan kuat tekan 24,77805 Mpa.
4. Pengaruh penambahan limbah serat logam dari kaleng minuman menunjukkan perubahan kuat tekan antara beton normal dengan beton yang telah di tambah dengan persentase bahan tambah limbah kaleng 2,3% , 2,4%, 2,5%, 2,6% dan 2,7%. Dimana kuat tekan yang dihasilkan dari penambahan bahan tambah lebih tinggi dari beton normal yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Kasar dan Halus*. SNI 03-1968-1990.

Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. SNI 03-1970-1990.

Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. SNI 03-1969-1990.

Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. SNI 03-1971-1990.

Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Slump*. SNI 03-1972-1990.

Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. SNI 03-1974-1990.

Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Keausan Agregat Mesin Abrasi Los Angeles*. SNI 03-2417-1991.

Mulyono, Tri., 2004, *TEKNOLOGI BETON*, Edisi II, Yogyakarta: Andi

Nugraha, P., dan Antoni., 2007, *TEKNOLOGI BETON (dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi)*, Yogyakarta: Andi

Rahmadiyanto, C., Samekto, W., 2005, *TEKNOLOGI BETON*, Yogyakarta: Kanisius

Sunggono, K., 1995, *Teknik Sipil*, Bandung: Nova