

USULAN PERBAIKAN KUALITAS KUAT TEKAN PRODUK BATA BETON *PAVING BLOCK* DENGAN TAMBAHAN *TRASS* MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI DI BALAI BESAR KERAMIK*

Annisa Efmi, R. Hari Adianto, Emsosfi Zaini

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: efmiannisa@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini akan mengembangkan kombinasi dan teknik pembuatan paving block dengan tambahan trass yang didapat oleh Balai Besar Keramik menggunakan Metode Taguchi. Dari Metode Taguchi, matriks ortogonal terpilih L_{27} dengan 3 faktor terkendali masing-masing 3 level dan 1 faktor tidak terkendali dengan 2 level. Faktor terkendali terpilih adalah komposisi bahan, kehalusan butir dan lama perawatan, sedangkan faktor tidak terkendali adalah kadar lumpur didalam pasir. Hasil kuat tekan yang optimal dari level dan faktor terpilih adalah sebesar 34,780 MPa, pada Standar Nasional Indonesia meningkat masuk kedalam Mutu B, dari hasil kuat tekan sebelumnya sebesar 15,624 MPa termasuk kedalam Mutu C. Hasil tersebut menunjukkan kombinasi hasil dari Metode Taguchi dapat memberikan kuat tekan lebih baik dari sebelumnya.

Kata kunci: *Metode Taguchi, kuat tekan, paving block, trass.*

ABSTRACT

This research will develop combinations and manufacturing techniques to make paving block with trass obtained by the Center hall of Ceramics using Taguchi method. From Taguchi method, orthogonal array elected L_{27} with 3 each controllable factor 3 level and one uncontrollable factor with two levels. Selected controllable factor is the composition of the material, grain fineness and length of treatment, while the uncontrollable factor is the levels of silt in the sand. Optimum compressive strength results of levels and factors amounted to 34.780 MPa, the Indonesian National Standard increased into Quality B, of the results of the previous compressive strength of 15.624 MPa included into the Quality C. These results suggest the combination of results from Taguchi method can provide compressive strength better than before.

Keywords: *Taguchi method, compressive strength, paving blocks, trass.*

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Permintaan masyarakat terhadap *paving block* saat ini meningkat, karena banyak masyarakat yang beralih dari pengecoran lahan menjadi pelapisan lahan menggunakan *paving block*. Untuk menjaga kepuasan pelanggan produsen harus memproduksinya dengan kualitas yang baik. Kualitas *paving block* dapat diukur dan dinilai dari pengujian, seperti pengujian ketahanan terhadap tekanan, ketahanan aus, ketahanan terhadap natrium sulfat dan lain sebagainya, yang telah tercatat dalam (SNI 03-0691-1996). *Paving block* yang berada di pasaran memiliki mutu kurang dari D dengan kata lain tidak masuk dalam kategori Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu memiliki kuat tekan kurang dari 8,5 MPa. Untuk mendapatkan kualitas yang diinginkan, maka komposisi dan teknik pembuatan produk harus diperhatikan. Kebanyakan produsen hanya memprioritaskan ketersediaan produk dibandingkan kualitas yang mereka produksi.

Balai Besar Keramik sebagai badan milik pemerintah yang berkonsentrasi dalam bidang pelayanan teknologi keramik serta yang bertanggung jawab dalam pemberian lisensi Standar Nasional Indonesia, telah melakukan penelitian untuk mendapatkan bahan campuran yang dapat memperkeras struktur bata beton *paving block*, dari hasil penelitian ditemukan bahan campuran berupa tanah yang berfungsi sebagai pengeras, jenis tanah ini biasa disebut *trass*. Cara kerja dari *trass* adalah menutup pori-pori yang terdapat pada hasil campuran pasir, semen dan air, sehingga bata beton menjadi padat dan kuat. Penggunaan *trass* yang sesuai dapat meningkatkan kualitas bata beton *paving block*, dengan syarat memiliki takaran yang tepat.

1.2 Identifikasi Masalah

Komposisi dan teknik pembuatan tepat untuk mendapatkan kualitas produk dengan kondisi optimal dapat diketahui menggunakan metode ilmiah. Metode ilmiah digunakan sebagai alat untuk pemecahan masalah, karena hanya metode ilmiah yang dapat mempertimbangkan pengaruh suatu faktor terhadap faktor lain secara matematis dan statistik, sehingga didapat nilai yang dijadikan sebagai parameter keberhasilan. Metode ilmiah yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah ini adalah Metode Taguchi. Metode Taguchi yaitu metode yang digunakan untuk mendapatkan komposisi terbaik dari faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas suatu objek dengan memperhitungkan faktor gangguan. Selain itu, Metode Taguchi juga membantu seorang desainer untuk memperkecil jumlah percobaan dan memberikan hasil yang akurat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari kombinasi faktor dan level yang mempengaruhi kekuatan tekan (*megapascal*) dari *paving block*, agar mendapatkan produk yang memiliki kekuatan optimal.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Kualitas

Pengertian kualitas menurut para ahli, kualitas adalah:

1. Kesesuaian dengan spesifikasi dan syarat yang ditentukan (Crosby, 1979) dalam (Mitra, 1998).
2. Kemampuan produk untuk digunakan (Juran, 1974) dalam (Mitra, 1998).
3. Proses perlakuan atau perubahan sifat dari karakteristik suatu benda (Ross, 1989).

Pembuatan produk dimulai dari *designer* menerima informasi dari konsumen, kemudian diterjemahkan dalam bentuk spesifikasi produk (gambar, material, toleransi, dimensi, perkakas dan alat bantu). Jadi, kualitas yang muncul dari suatu produk merupakan kompromi karakteristik konsumen yang diterjemahkan oleh produsen, sehingga penentu

kualitas sebuah produk adalah konsumen. Kualitas terbagi atas dua (Soejanto, 2009), yaitu:

1. Kualitas rancangan adalah variasi tingkat kualitas yang ada pada produk yang memang disengaja.
2. Kualitas kecocokan, kualitas ini dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk pemilihan proses pembuatan, latihan dan pengawasan kerja, jenis sistem jaminan kualitas (pengendalian proses, uji, aktivitas pemeriksaan dan lain-lain) yang digunakan, seberapa jauh prosedur jaminan kualitas ini diikuti dan motivasi kerja untuk mencapai kualitas.

Karakteristik kualitas adalah objek yang menarik dari produk atau proses. Karakteristik kualitas dapat dilihat pada Tabel 1 (Soejanto, 2009).

Tabel 1. Karakteristik Kualitas

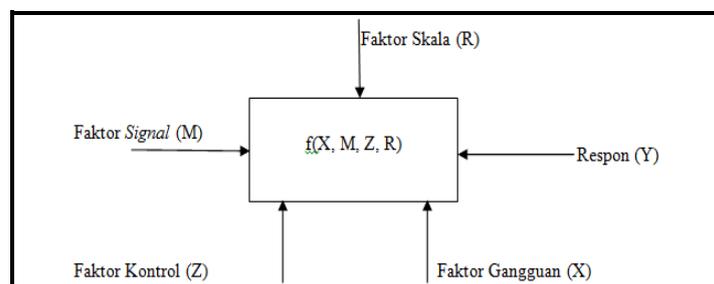
Karakteristik	Target	Contoh
<i>Nominal The Best</i>	Tertuju pada nilai tertentu	Voltage
<i>Smaller The Best</i>	Sekecil mungkin (0, zero). Semakin kecil semakin baik	Persentase kecacatan, keausan Alat, kekasaran permukaan
<i>Larger The Best</i>	Sebesar mungkin (∞). Semakin besar semakin baik	Kuat tekan, kuat tarik, kekuatan las.

2.2 Perancangan Eksperimen

Perancangan eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu diambil jauh sebelum eksperimen dilakukan agar supaya data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh sehingga akan membawa kepada analisis objektif dan kesimpulan yang berlaku untuk persoalan yang sedang dibahas (Sudjana, 1997).

Tujuan dari perancangan eksperimen yaitu mempermudah pengumpulan data, mengetahui hubungan antar faktor, mengetahui keeratan hubungan antar faktor, mengetahui jumlah eksperimen yang dilakukan, mengetahui besarnya rentang pengaruh antar faktor, banyak variasi yang ditemukan dan besarnya nilai *error* yang akan didapar dari hasil eksperimen (Hicks, 1993).

Pada perancangan eksperimen kita harus mengidentifikasi terlebih dahulu klasifikasi parameter-parameter yang dapat mempengaruhi kualitas suatu produk. Pengklasifikasian faktor tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 (Belavendram, 1995).



Gambar 1. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Karakteristik Kualitas

Berikut adalah penjelasan parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas suatu produk.

1. Faktor Gangguan

Faktor gangguan adalah suatu parameter yang menyebabkan penyimpangan karakteristik kualitas dari nilai targetnya. Faktor ini menyebabkan pengaruh pada karakteristik secara tidak terkendali dan sulit diprediksi. Faktor gangguan tidak menjadi sasaran pengendalian, tetapi untuk tujuan eksperimen perlu dikendalikan dalam skala yang kecil.

2. Faktor Kontrol

Faktor kontrol bisa mempunyai nilai satu atau lebih yang disebut level. Pada akhir eksperimen, suatu level faktor kontrol yang sesuai akan dipilih. Salah satu aspek dari perancangan kokoh adalah mencari kondisi level optimal untuk faktor kontrol sehingga karakteristik kualitas tidak sensitif terhadap gangguan. Faktor kontrol ditentukan oleh ahli teknik.

3. Faktor *Signal*

Faktor-faktor yang mengubah nilai-nilai karakteristik kualitas yang sebenarnya yang akan diukur. Karakteristik signal adalah karakteristik kualitas dalam perancangan eksperimen dimana faktor *signal* mempunyai nilai konstan (tidak dimasukkan sebagai faktor). Faktor *signal* ditemukan oleh konsumen.

4. Faktor Skala

Faktor ini digunakan untuk mengubah rata-rata level karakteristik kualitas untuk mencapai hubungan fungsional yang diperlukan antara faktor signal dengan karakteristik kualitas. Faktor skala disebut juga faktor penyesuaian.

2.3 Bata Beton

Bata beton adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *Portland* atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan yang tidak mengurangi mutu bata beton itu. Jenis bata beton untuk lantai yang diteliti pada laporan ini adalah *paving block*. *Paving block* yang dijadikan sebagai penelitian menggunakan pasir yang berasal dari Kecamatan Nagreg, Kabupaten Bandung.

Paving block memiliki jenis berbeda-beda tergantung tempat diaplikasikannya, serta berdasarkan mutu dan fungsinya, seperti:

1. *Paving block* Mutu A: digunakan untuk jalan (35 - 40 Mpa)
2. *Paving block* Mutu B: digunakan untuk pelataran parkir (17 - 20 Mpa)
3. *Paving block* Mutu C: digunakan untuk pejalan kaki (12,5 – 15 Mpa)
4. *Paving block* Mutu D: digunakan untuk taman dan penggunaan lain (8,5 - 10 Mpa)

Untuk ukuran, *paving block* memiliki persyaratan yaitu harus mempunyai ukuran tebal nominasi minimum 60 mm dengan toleransi kurang lebih 8%.

Trass berasal dari bahasa Yunani "Terra" yang artinya tanah. Ditemukan pertama kali di Jerman tepatnya di Pegunungan Eifel, kemudian jenis tanah yang sama ditemukan kembali di Italia daerah Puzzoli dan diberi nama "Pozolana" atau sering disebut "Pozolan".

Trass atau pozolan adalah bahan sejenis tanah yang apabila dicampur dengan kapur padam dan air akan mengalami pengerasan. Hasil dari pencampuran yang mengalami pengerasan tidak akan larut dalam air, tetapi jika jenis tanah tersebut dalam keadaan tunggal dan tanpa kapur padam, maka pengerasan tidak bisa dilakukan sehingga *trass* atau pozolan tidak dapat dijadikan bahan perekat hidrolis melainkan menjadi bahan tambahan hidrolis.

Trass berasal dari pelapukan baru-batuan yang berasal dari gunung berapi yang banyak mengandung silika, sehingga banyak terdapat didaerah-daerah yang berdekatan dengan gunung berapi. Mengingat banyaknya gunung berapi di Indonesia maka deposit-deposit *trass* masih banyak yang belum ditemukan (Rachman, 1993) dan (Rachman 2009).

2.4 Metode Taguchi

Genichi Taguchi telah memberikan dua strategi teknik untuk meningkatkan produktivitas dan perbaikan kualitas, salah satunya menggunakan desain eksperimen. Desain Eksperimen

dapat membantu untuk memperbaiki secara realistis (Peace,1993).

Filosofi Taguchi terdiri dari 3 konsep (Soejanto, 2009), sebagai berikut:

1. Kualitas harus didesain ke dalam produk dan bukan sekedar memeriksanya.
2. Kualitas terbaik dicapai dengan meminimumkan deviasi dari target. Produk harus didesain sehingga kokoh (*robust*) terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.
3. Kualitas harus diukur sebagai fungsi deviasi dari standar tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem.

Metode Taguchi memperkenalkan pendekatan dengan menggunakan pendekatan desain eksperimen yang berguna untuk:

1. Merancang suatu produk/ merancang proses sehingga kualitasnya kokoh terhadap kondisi lingkungan.
2. Merancang/ mengembangkan produk sehingga kualitasnya kokoh terhadap variasi komponen.
3. Meminimasi variasi di sekitar target.

Keunggulan Metode Taguchi, seperti:

1. Desain eksperimen Taguchi lebih efisien karena memungkinkan untuk melaksanakan penelitian yang melibatkan banyak faktor dan jumlah.
2. Desain eksperimen Taguchi memungkinkan untuk diperolehnya suatu proses yang menghasilkan produk yang kokoh terhadap faktor yang tidak bisa dikontrol.
3. Metode Taguchi menghasilkan kesimpulan mengenai respon faktor-faktor dan level dari faktor-faktor kontrol yang menghasilkan respon optimum.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian menjelaskan tentang aliran proses dan langkah-langkah pengerjaan yang dilakukan selama penelitian secara umum. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 2.

4. PENGUMPULAN DATA

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah data faktor terkendali, faktor tidak terkendali, dan nilai level dari masing-masing faktor. Faktor terkendali yang dipilih adalah komposisi bahan baku (%), kehalusan butir pasir (mm), dan perawatan (hari), sedangkan untuk faktor tidak terkendali adalah kadar lumpur dalam pasir (%).

Data nilai level dari faktor terkendali dan faktor tidak terkendali dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Level Faktor Terkendali

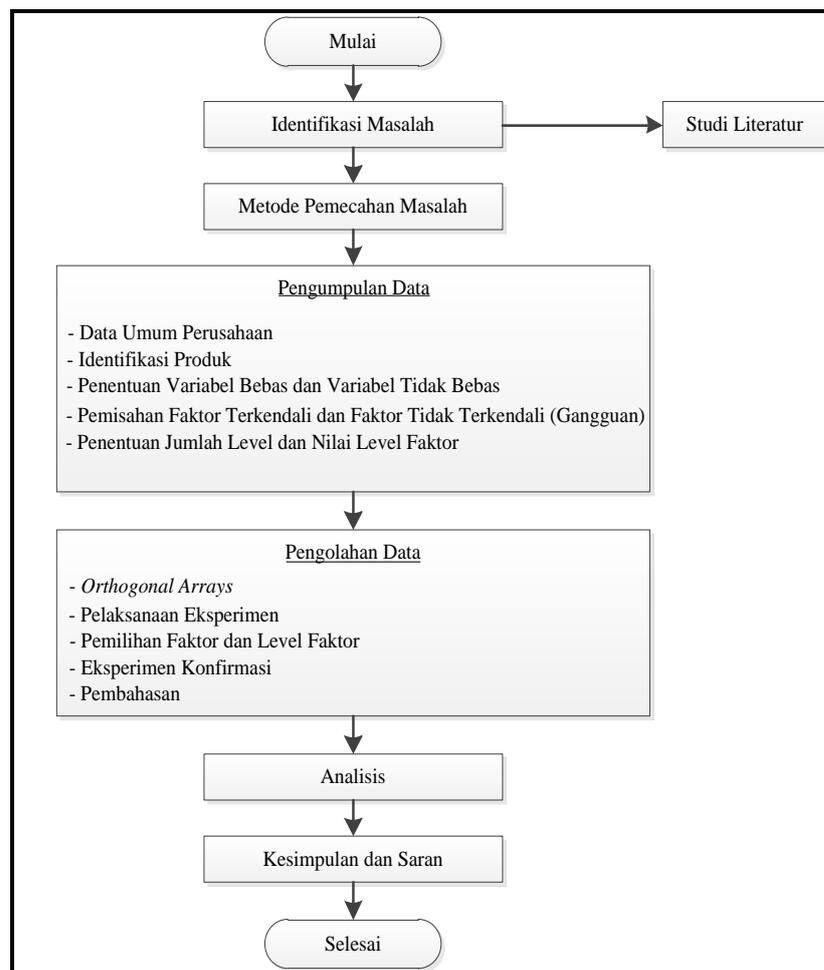
Kode	Faktor	Level 1	Level 2	Level 3
A	Komposisi Bahan Baku	semen : trass : pasir	semen : trass : pasir	semen : trass : pasir
		1:00	0,9 : 0,1 : 5	0,85 : 0,15 : 5
B	Kehalusan Butir	Pasir dan Trass	Pasir dan Trass	Pasir dan Trass
		1 mm dan 0,175 mm	1 mm dan 0,147 mm	1 mm dan 0,105 mm
C	Curing (Perawatan)	7 hari	14 hari	21 hari

Faktor tidak terkendali dalam penelitian ini adalah kadar lumpur dalam pasir lebih dari 5% dan kurang dari 5%.

Hasil eksperimen konfirmasi dari faktor dan level terpilih dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen	Kuat Lentur (MPa)
1	35.5
2	36.1
3	34.0
4	34.4
5	34.2
6	35.0
7	35.1
8	34.7
9	34.0



Gambar 2. Aliran Proses (Umum)

5. PENGOLAHAN DATA

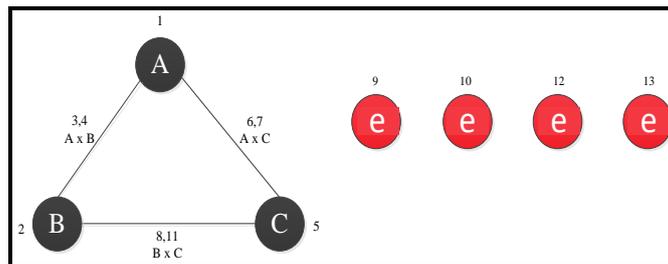
Pengolahan data ini terdiri dari perhitungan derajat kebebasan, analisis varians (ANOVA), persen kontribusi serta hasil faktor dan level yang berpengaruh berdasarkan perhitungan rata-rata dan S/N Ratio.

Hasil perhitungan derajat kebebasan disajikan dalam tabel, hasil perhitungan derajat kebebasan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Derajat Kebebasan

Faktor	Derajat Kebebasan	Total
A	(3 - 1)	2
B	(3 - 1)	2
C	(3 - 1)	2
A x B	(3 - 1) x (3 - 1)	4
A x C	(3 - 1) x (3 - 1)	4
B x C	(3 - 1) x (3 - 1)	4
Total Derajat Kebebasan		18

Penempatan faktor pada matriks ortogonal menggunakan grafik linier, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Linier $L_{27}(3^{13})$

Pelaksanaan eksperimen menggunakan tiga jenis tabel yaitu, *primary*, *secondary*, *tertiary* dan S/N Ratio untuk mempermudah perhitungan. Tabel eksperimen dapat dilihat pada Tabel 5, 6, 7 dan 8.

Tabel 5. Hasil Pengamatan Kuat Tekan (MPa) *Primary Table*

Eksperimen	Faktor Terkendali						Faktor Tidak Terkendali (MPa)					
	A	B	A x B	C	A x C	B x C	< 5 %			> 5 %		
	1	2	4	5	7	11	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	8.2	7.8	7.5	7.1	6.6	6.8
2	1	1	1	2	2	2	9.9	9.3	8.9	6.9	7.3	7.0
3	1	1	1	3	3	3	9.8	9.6	9.7	7.9	6.6	7.0
4	1	2	2	1	1	3	10.2	10.8	10.5	7.9	7.5	7.7
5	1	2	2	2	2	1	12.0	11.1	10.8	7.7	7.6	8.0
6	1	2	2	3	3	2	12.4	11.0	12.5	8.1	7.6	7.5
7	1	3	3	1	1	2	13.4	13.2	12.3	7.7	8.0	7.8
8	1	3	3	2	2	3	14.3	13.9	13.0	8.0	7.9	8.2
9	1	3	3	3	3	1	14.3	14.6	13.9	8.8	8.8	9.2
...												
27	3	3	1	3	1	1	20.0	20.6	21.3	10.9	10.1	11.5

Tabel 6. Hasil Pengamatan Kuat Tekan (MPa) *Secondary Table*

Eksperimen	Faktor Terkendali						Faktor Tidak Terkendali (MPa)	
	A	B	A x B	C	A x C	B x C	< 5 %	> 5 %
	1	2	4	5	7	11		
1	1	1	1	1	1	1	23.5	20.5
2	1	1	1	2	2	2	28.1	21.2
3	1	1	1	3	3	3	29.1	21.5
4	1	2	2	1	1	3	31.5	23.1
5	1	2	2	2	2	1	33.9	23.3
6	1	2	2	3	3	2	35.9	23.2
7	1	3	3	1	1	2	38.9	23.5
8	1	3	3	2	2	3	41.2	24.1
9	1	3	3	3	3	1	42.8	26.8
...								
27	3	3	1	3	1	1	61.9	32.5

Tabel 7. Hasil Pengamatan Kuat Tekan (MPa) Tertiary Table

Eksperimen	Faktor Terkendali						Faktor Tidak Terkendali (MPa)
	A	B	A x B	C	A x C	B x C	
	1	2	4	5	7	11	
1	1	1	1	1	1	1	44.0
2	1	1	1	2	2	2	49.3
3	1	1	1	3	3	3	50.6
4	1	2	2	1	1	3	54.6
5	1	2	2	2	2	1	57.2
6	1	2	2	3	3	2	59.1
7	1	3	3	1	1	2	62.4
8	1	3	3	2	2	3	65.3
9	1	3	3	3	3	1	69.6
...							
27	3	3	1	3	1	1	32.5

Tabel 8. S/N Ratio (MPa)

Eksperimen	Faktor Terkendali						Faktor Tidak Terkendali (MPa)						SNR
	A	B	A x B	C	A x C	B x C	< 5 %			> 5 %			
	1	2	4	5	7	11	1	2	3	1	2	3	
1	1	1	1	1	1	1	8.2	7.8	7.5	7.1	6.6	6.8	17.231
2	1	1	1	2	2	2	9.9	9.3	8.9	6.9	7.3	7	18.024
3	1	1	1	3	3	3	9.8	9.6	9.7	7.9	6.6	7	18.178
4	1	2	2	1	1	3	10.2	10.8	10.5	7.9	7.5	7.7	18.865
5	1	2	2	2	2	1	12	11.1	10.8	7.7	7.6	8	19.122
6	1	2	2	3	3	2	12.4	11	12.5	8.1	7.6	7.5	19.238
7	1	3	3	1	1	2	13.4	13.2	12.3	7.7	8	7.8	19.531
8	1	3	3	2	2	3	14.3	13.9	13	8	7.9	8.2	19.822
9	1	3	3	3	3	1	14.3	14.6	13.9	8.8	8.8	9.2	20.588
...													
27	3	3	1	3	1	1	20	20.6	21.3	10.9	10.1	11.5	22.617

Perhitungan ANOVA terdiri dari perhitungan rata-rata dan terhadap nilai variansi S/N Ratio, dapat dilihat pada Tabel 9 dan 10.

Tabel 9. Analisis Varians Rata-rata

Sumber	df	SS	MS	F-test	f -tabel	Kesimpulan
A	2	6212.330	3106.165	6683.555	2.343	signifikan
B	2	1028.385	514.192	1106.391	2.343	signifikan
A x B	4	257.623	64.406	138.582	1.988	signifikan
C	2	111.147	55.574	119.578	2.343	signifikan
A x C	4	24.460	6.115	13.158	1.988	signifikan
TI	14	7939.384				
N	1	1409.805	1409.805	3033.486	2.744	signifikan
AN	2	118.218	59.109	127.185	2.343	signifikan
B1N	2	22.703	11.352	24.425	2.343	signifikan
(A x B)N	4	47.908	11.977	25.771	1.988	signifikan
CN	2	5.656	2.828	6.085	2.343	signifikan
(A x C)N	4	4.316	1.079	2.322	1.988	signifikan
T2	29	9633.769				
error	132	61.347	0.465			
T3	161	9695.116				

Tabel 10. Analisis Varians S/N Ratio

Sumber	df	SS	MS	F-test	F-tabel	Kesimpulan
A	2	309.165	154.582	356.814	2.668	Signifikan
B	2	41.465	20.733	47.856	2.668	Signifikan
A x B	4	6.513	1.628	3.758	2.333	Signifikan
C	2	4.424	2.212	5.106	2.668	Signifikan
T	26	369.115				
error	16	6.932	0.433			

Perhitungan persen kontribusi digunakan untuk mengetahui besar pengaruh suatu faktor, dapat dilihat pada Tabel 11 dan 12.

Tabel 11. Perhitungan Persen Kontribusi Rata-rata

Sumber	df	SS	MS	SS'	P (%)
A	2	6212.330	3106.165	6211.401	64.067
B	2	1028.385	514.192	1027.455	10.598
A x B	4	257.623	64.406	255.764	2.638
C	2	111.147	55.574	110.218	1.137
A x C	4	24.460	6.115	22.601	0.233
N	1	1409.805	1409.805	1409.340	14.537
AN	2	118.218	59.109	117.288	1.210
B1N	2	22.703	11.352	21.774	0.225
(A x B)N	4	47.908	11.977	46.049	0.475
CN	2	5.656	2.828	4.726	0.049
(A x C)N	4	4.316	1.079	2.457	0.025
error	132	61.347	0.465		
T3	161	9695.116			

Tabel 12. Perhitungan Persen Kontribusi S/N Ratio

Sumber	df	SS	MS	SS'	P (%)
A	2	309.165	154.582	308.299	83.524
B	2	41.465	20.733	40.599	10.999
A x B	4	6.513	1.628	4.780	1.295
C	2	4.424	2.212	3.558	0.964
e	16	6.932	0.433		
T	26	369.115			

Hasil rekapitulasi perbandingan eksperimen awal dengan eksperimen konfirmasi, dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Rekapitulasi Nilai Perbandingan

Respon (Kuat Tekan <i>Paving block</i>)	Rata-rata	Standar Deviasi
Eksperimen Awal	15,624	7,760
Eksperimen Konfirmasi	34,780	0,717

6. ANALISIS

6.1 Analisis Faktor-Faktor (Variabel Bebas) Yang Mempengaruhi Variabel Respon

Kualitas bata beton dikatakan baik, jika telah memenuhi syarat lulus uji kelayakan kualitas yang telah ditetapkan oleh Dewan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-0691-1996). Syarat uji kelayakan kualitas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kuat tekan bata beton

paving block dengan karakteristik kualitas yaitu, semakin besar kuat tekan yang dihasilkan suatu produk maka kualitas produk semakin baik. Kuat tekan dijadikan sebagai variabel respon karena selain syarat kualitas lain telah pernah diuji, bata beton *paving block* yang beredar dipasaran saat ini masih memiliki kekuatan tekan yang kurang baik.

6.2 Analisis Faktor Terkendali Dan Faktor Tidak Terkendali

Pada proses identifikasi dan diskusi di Balai Besar Keramik dari lima faktor pembentuk kualitas kuat tekan dan empat belas jumlah sub faktornya, didapatkan tiga faktor terkendali dan satu faktor tidak terkendali. Faktor terkendali yang didapat adalah faktor dalam material.

Berikut ini adalah alasan pemilihan faktor-faktor terkendali dalam penelitian.

1. Komposisi Bahan Baku (Faktor A)
Komposisi bahan baku dipilih sebagai faktor yang mempengaruhi hasil kuat tekan karena, setiap perbedaan takaran akan menghasilkan kualitas yang berbeda.
2. Kehalusan Butir (Faktor B)
Kehalusan butir yang digunakan akan menentukan besarnya pori-pori produk jadi *paving block*. Kuat tekan bergantung kepada pori-pori yang dimiliki, semakin kecil pori-pori maka semakin kuat produk yang dihasilkan.
3. Perawatan (*curing*) (Faktor C)
Perawatan yang dijadikan pertimbangan pada faktor terkendali adalah lama perawatan *paving block* sampai jadi siap dipasarkan.
4. Faktor tidak terkendali yang mempengaruhi kuat tekan bata beton *paving block* yaitu kadar lumpur dalam pasir. Pasir yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir yang berasal dari Nagreg.

6.3 Analisis Penentuan Jumlah Level Dan Nilai Level Faktor

Hasil analisis penentuan jumlah dan nilai level dari faktor terkendali dan faktor tidak terkendali menunjukkan perbedaan nilai dari masing-masing level nantinya akan diusulkan sebagai tingkat perlakuan dalam proses pembuatan.

Pemilihan nilai level diambil berdasarkan hasil pengujian yang berhasil pada eksperimen yang dilakukan dengan nilai paling optimal, sehingga nilai-nilai level tersebut digunakan kembali untuk perbandingan agar mendapatkan kombinasi nilai level faktor yang memiliki kualitas kuat tekan terbaik.

6.4 Analisis Pemilihan Dan Penempatan Matriks Ortogonal

Pemilihan matriks ortogonal dalam penelitian ini didapat dari hasil perhitungan derajat kebebasan. Berdasarkan total nilai derajat kebebasan maka matriks ortogonal yang sebaiknya dipilih adalah matriks ortogonal L_{27} , syarat pemilihan matriks ortogonal yaitu jumlah nilai eksperimen sama atau lebih dari jumlah derajat kebebasan penelitian.

6.5 Analisis Pelaksanaan Eksperimen

Hasil pelaksanaan eksperimen kuat tekan yang dilakukan oleh Balai Besar Keramik dikelompokkan menjadi 3 tabel yang bertujuan untuk mempermudah pengolahan data. Jumlah eksperimen dilakukan berdasarkan matriks ortogonal terpilih, agar menghasilkan nilai yang akurat. Jumlah replikasi dilakukan sebanyak 6 kali, jumlah ini dianggap cukup dan sesuai dengan kapabilitas yang dimiliki, serta dapat menghasilkan nilai yang akurat.

6.6 Analisis Pemilihan Faktor Dan Level Faktor

Tahap pemilihan faktor dan level faktor merupakan tahap pengolahan data dari data eksperimen yang didapat sebelumnya. Tahap ini terdiri dari analisis faktor terpilih terhadap

nilai rata-rata, dan analisis faktor terpilih untuk nilai S/N ratio.

1. Analisis Menentukan Faktor Yang Memiliki Pengaruh Signifikan Terhadap Nilai Rata-rata
Berdasarkan pengolahan data pada perhitungan ANOVA yaitu dengan membandingkan nilai *F-test* dengan F-tabel setelah *pooling*, dihasilkan faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap rata-rata. Faktor yang berpengaruh secara signifikan dan berkontribusi terhadap nilai rata-rata adalah faktor A, B, N, C, A x B dan A x N.
2. Analisis Perhitungan Dalam Menentukan Faktor Yang Memiliki Pengaruh Signifikan Terhadap Nilai S/N Ratio
Faktor yang tidak mempengaruhi kuat tekan kemudian dihilangkan (*pooling*). Faktor yang memiliki pengaruh terhadap kuat tekan didapat dari perbandingan *F-test* dengan F-tabel. Hasil faktor yang memiliki pengaruh signifikan dan berkontribusi terhadap nilai variansi yaitu A, B, C dan A x B.

6.7 Analisis Pengusulan Level Untuk Faktor Berpengaruh

Level yang dipilih adalah level yang memiliki nilai rata-rata dan variansi terbesar, karena tujuan dari penelitian ini yaitu *larger the better*. Faktor A, faktor yang terpilih untuk diusulkan yaitu faktor A dengan level 2. Faktor B, faktor yang terpilih untuk diusulkan yaitu faktor B dengan level 3. Faktor C, faktor yang terpilih untuk diusulkan yaitu faktor C dengan level 3. Faktor A x B, faktor A dengan nilai optimal berada pada level 2, sedangkan faktor B di level 3 ($A_2 \times B_3$). Faktor N, N adalah level 1 dengan kadar lumpur didalam pasir kurang dari 5 persen. Faktor A x N, faktor A dengan nilai optimal berada pada level 2, sedangkan faktor N di level 1 ($A_2 \times N_1$).

6.8 Analisis Eksperimen Konfirmasi

Hasil perbandingan nilai prediksi kuat tekan untuk perhitungan Metode Taguchi dengan eksperimen konfirmasi, menunjukkan bahwa hasil prediksi Metode Taguchi akurat, karena nilai hasil eksperimen konfirmasi dari level faktor terpilih tidak jauh berbeda dengan nilai prediksi menggunakan persamaan pada perhitungan Metode Taguchi.

6.9 Analisis Jenis Bahan

Berdasarkan hasil pengujian, kuat tekan yang dihasilkan meningkat dari *paving block* dengan Mutu C menjadi *paving block* dengan Mutu B. Peningkatan mutu tersebut didapat menggunakan bahan yang sama, yaitu semen bangunan biasa, pasir Nagreg, dan trass Nagreg sebagai bahan tambahan.

7. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Faktor dan level dari faktor yang terpilih adalah:
 - a. Faktor A (komposisi bahan) dengan level 2 yaitu, perbandingan semen, trass dan pasir (0,9 : 0,1 : 5)
 - b. Faktor B (kehalusan butir) dengan level 3 yaitu, perbandingan pasir dan trass, dengan lolos ayakan (1 mm dan 0,105 mm)
 - c. Faktor C (perawatan/ *curing*) dengan level 3 yaitu, lama perawatan selama 21 hari.
 - d. Faktor N (kadar lumpur didalam pasir) dengan level 1 yaitu, jumlah kadar lumpur didalam pasir kurang dari 5 persen.
2. Hasil perbandingan nilai prediksi kuat tekan dari eksperimen Taguchi dengan nilai kuat tekan eksperimen konfirmasi adalah :
 - a. Eksperimen Metode Taguchi
Nilai prediksi kuat tekan untuk faktor yang mempengaruhi nilai rata-rata sebesar 34,589 (MPa) dengan nilai interval sebesar $\pm 0,352$ dan nilai variabilitas sebesar

- 30,029 (MPa) dengan interval sebesar $\pm 0,346$.
- b. Eksperimen sesudah penelitian (konfirmasi)
Kuat tekan yang dihasilkan dari perhitungan eksperimen konfirmasi sebesar 34,780 (MPa) dengan interval sebesar $\pm 0,524$, dan nilai variabilitas sebesar 30,821 (MPa) dengan interval sebesar $\pm 0,517$.
Menurut hasil perbandingan tersebut kuat tekan perkiraan dari perhitungan Metode Taguchi dapat dipercaya, karena kuat tekan hasil percobaan berada dalam interval kuat tekan yang telah diperkirakan sebelumnya.
3. Hasil perbandingan eksperimen awal dengan eksperimen konfirmasi adalah :
- a. Eksperimen awal
Kuat tekan rata-rata eksperimen awal adalah 15,624 (MPa) dengan standar deviasi sebesar 7,760. Mutu *paving block* pada eksperimen ini masuk dalam Mutu C (berdasarkan data SNI).
 - b. Eksperimen konfirmasi
Kuat tekan rata-rata eksperimen konfirmasi adalah 34,780 (MPa) dengan standar deviasi 0,717. Pada eksperimen ini mutu *paving block* meningkat menjadi Mutu B (berdasarkan data SNI). Hasil perbandingan tersebut dapat disimpulkan bahwa faktor yang terpilih memiliki kuat tekan yang lebih besar dari eksperimen awal.

REFERENSI

Belavendram, 1995, *Quality By Design*, Prentice Hall, London.

Hicks, 1993, *Fundamental Concept In The Design Of Experiment*, Saunder College Publishing, New York.

Mitra, 1998, *Fundamental Of Control and Improvement*, Prentice Hall, Amerika Serikat.

Peace, 1993, *Taguchi Methode*, Addison-Wesley, Amerika Serikat.

Rachman, 1993, *Pengetahuan Tentang Trass, Kapur, Batako dan Bahan Bangunan Beton*, Balai Besar Keramik, Bandung.

Rachman, 2009, *Proses Pembuatan Bata Beton Untuk Lantai (Paving Block)*, Balai Besar Keramik, Bandung.

Ross, 1989, *Taguchi Technique For Quality Engeneering*, McGraw_Hill Book, New York

Soejanto, 2009, *Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Sudjana, 1997, *Desain dan Analisis Eksperimen*, Tarsito, Bandung.