

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas limpahan berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Semoga rahmat dan hidayah-Nya selalu dilimpahkan kepada kita semua. Tidak lupa shalawat dan salam kami haturkan kepada Rasulullah, Nabi Muhammad SAW.

Skripsi yang berjudul **“USULAN KOMBINASI PASIR TERBAIK DALAM PEMBUATAN PAVING BLOCK MENGGUNAKAN DESAIN EKSPERIMEN 3^k”** ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat dukungan dan bimbingan beberapa pihak. Oleh Karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Arif Rahman, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Nasir Widha Setyanto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I Skripsi, atas waktu, petunjuk, dan motivasi selama menjalani seluruh rangkaian proses hingga saat ini. Terima kasih atas waktu yang diberikan untuk membimbing penulis dan memberikan masukan dan solusi ketika penulis membutuhkan bimbingan.
4. Bapak Rakhmat Himawan, ST., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II Skripsi, atas waktu, petunjuk, dan motivasi selama menjalani seluruh rangkaian proses hingga saat ini. Terima kasih atas waktu yang telah Bapak berikan untuk membimbing penulis dan memberikan masukan dan solusi ketika penulis membutuhkan bimbingan.
5. Ibu Yeni Sumantri, S.Si., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik selama menempuh masa studi di Jurusan Teknik Industri.
6. Bapak dan Ibu Dosen Pengamat/Penguji pada seminar proposal, seminar hasil, dan ujian komprehensif atas kritik dan sarannya, serta seluruh dosen dan karyawan Teknik Industri atas bantuan dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
7. Bapak Edi yang telah membantu dan memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengadakan penelitian di PT Malang Indah Genteng Rajawali.

8. Kedua orang tua tercinta, Tadjudin Noorchoeron dan Maya Rachmayati atas segala doa, kasih sayang, kesabaran, petunjuk, bantuan, motivasi, dukungan dan semangat yang tidak pernah putus. Terima kasih atas segala perjuangan yang tidak pernah lelah demi memberikan yang terbaik untuk penulis. Terima kasih atas nasihat sehingga membentuk diri penulis hingga saat ini, dan terima kasih karena telah menjadi contoh yang baik bagi penulis. Serta adik-adik tercinta, Ibah, Hafizh, Arya, Fikri, Firdaus untuk doa dan semangatnya yang diberikan kepada penulis.
9. Sahabat tercinta, J.K.R.S yang menjadi keluarga terbaik selama di Malang, anugrah yang selalu mengganggu fokus dalam pengerjaan skripsi namun menjadi penyemangat ketika penulis mengalami hambatan, menjadi sumber cerita perkuliahan selama 4 tahun di Malang. Terima kasih Ares, Acem, Ninis, Mira, Sinta, Ijah, Diah, Grace, Dina, Intan, Yeye, Vicky, Ajul, Ivan, Raid, Fiqar, Salman, Andy, Dito, Icing, Faikar, dan Emir
10. Teman jarak jauh paling setia, Shafira Nerissa Arviana dan Achmad Faisal Wibowo. Terima kasih atas doa yang selalu kalian panjatkan untuk penulis, motivasi dan semangat yang tiada henti.
11. Arief Budiman Hervananda, teman terbaik dalam segala hal. Terima kasih telah memberikan doa, semangat, bantuan, hiburan, motivasi selama 4 tahun kuliah di Malang. Terima kasih untuk cerita dan pengalaman yang telah diberikan selama ini.
12. Seluruh teman – teman Teknik Industri Universitas Brawijaya Angkatan 2012 STEEL yang telah memberikan doa dan dukungan dalam penyelesaian skripsi penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan penyusunan laporan berikutnya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Malang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR RUMUS	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
RINGKASAN	xv
SUMMARY	xvii

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Batasan Masalah.....	5
1.7 Asumsi.....	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7

2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Kualitas.....	8
2.3 Dimensi Kualitas	9
2.4 Karakteristik Kualitas.....	9
2.5 Pengendalian Kualitas	10
2.6 Rekayasa Kualitas	10
2.6.1 Rekayasa Kualitas <i>Off-Line</i>	11
2.6.2 Rekayasa Kualitas <i>On-Line</i>	11
2.7 Desain Eksperimen.....	12
2.7.1 Prinsip Dasar Eksperimen.....	12
2.7.2 Efek dan Interaksi	14

2.7.3 Asumsi Model.....	14
2.7.4 Langkah-Langkah Membuat Desain Eksperimen.....	15
2.7.5 Eksperimen Faktorial 3^k	15
2.7.6 Eksperimen Faktorial 3^2	15
2.8 Tahap-Tahap Desain Eksperimen Faktorial 3^2	16
2.8.1 Penentuan Variabel Respon	17
2.8.2 Penentuan Model Matematika	17
2.8.3 Perumusan Hipotesis.....	18
2.8.4 Uji ANOVA	20
2.8.5 Uji Newman Keuls.....	22
2.8.6 Penentuan Level Faktor Optimal	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.4 Langkah-Langkah Penelitian.....	24
3.4.1 Penelitian Pendahuluan.....	24
3.4.2 Pengumpulan Data	25
3.4.3 Pengolahan Data	26
3.4.4 Analisis dan Pembahasan.....	27
3.4.5 Kesimpulan dan Saran	27
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Profil Perusahaan.....	29
4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	29
4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan	30
4.2 Objek Penelitian	32
4.3 Peetapan Karakteristik Kualitas	33
4.4 Penentuan Faktor dan Level Faktor.....	34
4.4.1 Penentuan Faktor	34
4.4.2 Penentuan Level Faktor	34
4.5 Pelaksanaan Eksperimen	35
4.5.1 Proses Pembuatan <i>Paving Block</i>	35

4.5.2 Proses Pengujian <i>Paving Block</i>	38
4.5.3 Pengumpulan Data Eksperimen.....	40
4.5.4 Uji Normalitas.....	40
4.6 Penentuan Model Matematika.....	41
4.7 Perumusan Hipotesis	41
4.8 Pengolahan Data Eksperimen.....	42
4.8.1 Uji ANOVA	42
4.8.1.1 Perhitungan	42
4.8.1.2 Uji Hipotesis	45
4.8.2 Uji <i>Newman Keuls</i>	47
4.8.3 Penentuan Level Faktor Optimal	51
4.9 Analisis dan Pembahasan	54
BAB V PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	63



Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Standar Kuat Tekan <i>Paving Block</i> (SNI 03-0691-1996).....	3
Tabel 1.2	Jumlah Produk <i>Paving block</i> , Jumlah <i>Defect</i> , Kuat Tekan <i>Paving Block</i> (6 periode).....	3
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian	8
Tabel 2.2	Sel-Sel Kombinasi Perlakuan Untuk Desain Eksperimen 3^2	16
Tabel 4.1	Kekuatan Fisik <i>Paving Block</i>	33
Tabel 4.2	Faktor dan Level Faktor yang Digunakan dalam Penelitian	35
Tabel 4.3	Data Hasil Eksperimen Kuat Tekan (dalam kg/cm^2)	40
Tabel 4.4	<i>Output</i> Uji Normalitas	40
Tabel 4.5	Rekapitulasi Jumlah Kuadrat, Derajat Kebebasan, Rata-rata Jumlah, dan Uji Hipotesis Pengaruh Faktor Dan Interaksi Faktor	47
Tabel 4.6	Urutan Rata-Rata Perlakuan Faktor A	47
Tabel 4.7	Kesimpulan Perbandingan RST dan Selisih Rata-Rata Faktor A	48
Tabel 4.8	Urutan Rata-Rata Perlakuan Faktor B.....	48
Tabel 4.9	Kesimpulan Perbandingan RST dan Selisih Rata-Rata Faktor B	50
Tabel 4.10	Urutan Perlakuan Interaksi Faktor A dan Faktor B.....	51
Tabel 4.11	Rata-Rata Kuat Tekan pada Faktor Pasir	52
Tabel 4.12	Rata-Rata Kuat Tekan pada Faktor Jumlah Semen.....	52
Tabel 4.12	Rata-Rata Kuat Tekan Interaksi Faktor.....	53

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	<i>Paving block</i> untuk perkerasan jalan	2
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	28
Gambar 4.1	Struktur Organisasi PT Malang Indah Genteng Rajawali.....	30
Gambar 4.2	Mesin <i>mixer</i>	36
Gambar 4.3	Mesin <i>multi block</i>	36
Gambar 4.4	Tahap penirisan <i>paving block</i>	37
Gambar 4.5	Diagram alir proses pembuatan <i>paving block</i>	38
Gambar 4.6	Bahan uji <i>paving block</i>	39
Gambar 4.7	<i>Digital compression machine</i>	39
Gambar 4.8	Grafik rata-rata kuat tekan faktor rasio pasir	52
Gambar 4.9	Grafik rata-rata kuat tekan faktor jumlah semen	53
Gambar 4.10	Grafik rata-rata kuat tekan interaksi faktor.....	54



Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR RUMUS

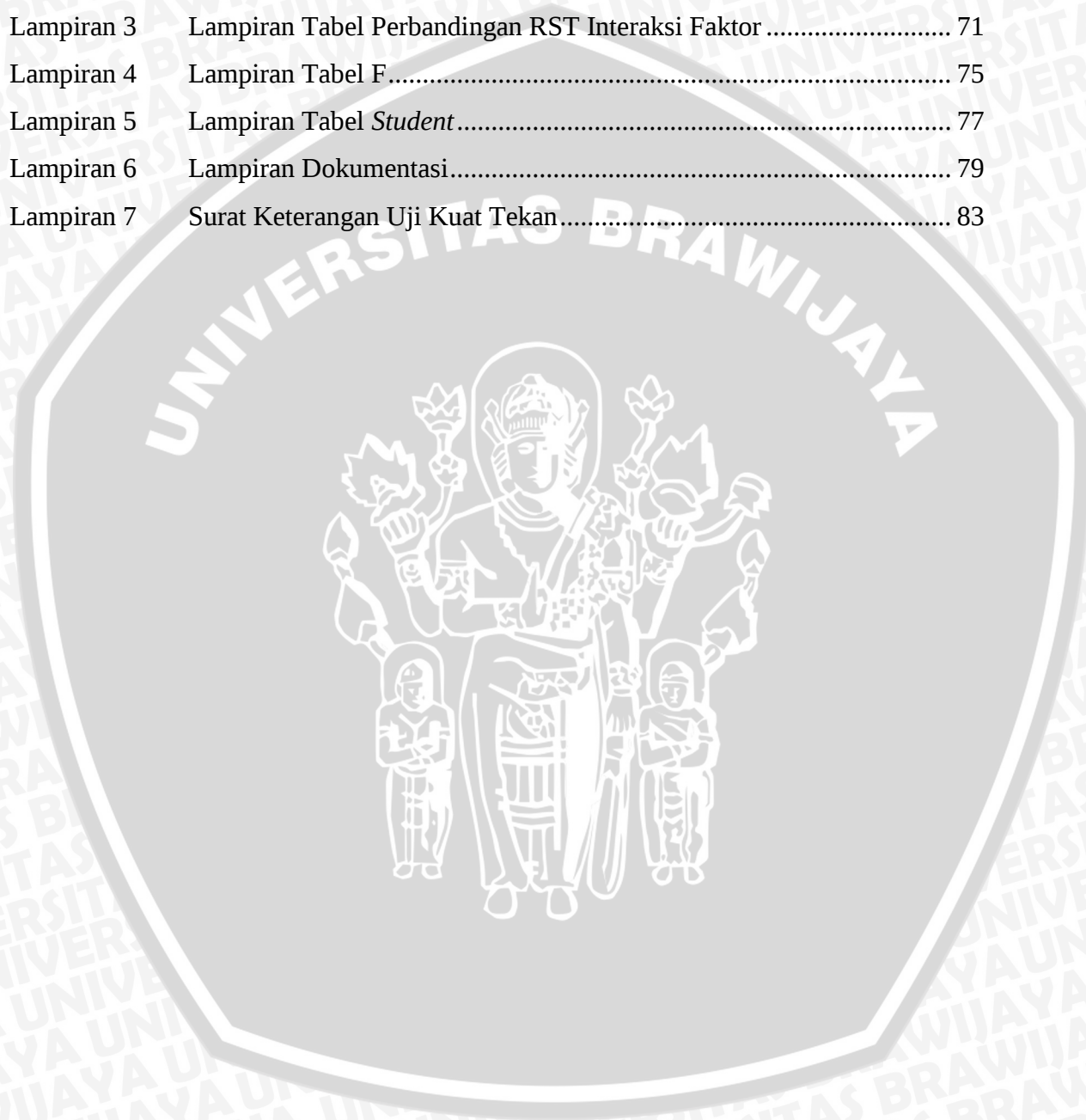
No.	Judul	Halaman
Rumus 2-1	Model Matematika untuk Eksperimen tanpa Replikasi	16
Rumus 2-2	Model Matematika untuk Eksperimen dengan Replikasi	16
Rumus 2-3	Model Matematika untuk Eksperimen Faktorial 3^2 dengan Replikasi .	17
Rumus 2-4	Asumsi Model Perancangan Tetap	18
Rumus 2-5	Asumsi Model Perancangan Campuran	18
Rumus 2-6	Jumlah Kuadrat Total	21
Rumus 2-7	Jumlah Nilai Pengamatan Faktor A	21
Rumus 2-8	Jumlah Nilai Pengamatan Faktor B	21
Rumus 2-9	Jumlah Nilai Pengamatan Faktor AB	21
Rumus 2-10	Jumlah Semua Nilai Pengamatan	21
Rumus 2-11	Jumlah Kuadrat	21
Rumus 2-12	Jumlah Kuadrat Semua Taraf Faktor A	21
Rumus 2-13	Jumlah Kuadrat Semua Taraf Faktor B	21
Rumus 2-14	Jumlah Kuadrat-Kuadrat Antara Sel Faktor AB	21
Rumus 2-15	Jumlah Kuadrat Semua Taraf Faktor AB	21
Rumus 2-16	Nilai Error	21
Rumus 2-17	Rata-Rata Jumlah Kuadrat	21
Rumus 2-18	F_{hitung}	21

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Lampiran Perhitungan Rata-Rata Kuat Tekan	63
Lampiran 2	Lampiran Perhitungan Uji <i>Newman Keuls</i>	65
Lampiran 3	Lampiran Tabel Perbandingan RST Interaksi Faktor	71
Lampiran 4	Lampiran Tabel F	75
Lampiran 5	Lampiran Tabel <i>Student</i>	77
Lampiran 6	Lampiran Dokumentasi	79
Lampiran 7	Surat Keterangan Uji Kuat Tekan	83



Halaman ini sengaja dikosongkan



RINGKASAN

Chika Nurachmani Choeronnissa, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Agustus 2016, *Usulan Kombinasi Pasir Terbaik dalam Pembuatan Paving Block menggunakan Desain Eksperimen 3^k (Studi Kasus: Industri Paving Block, PT Malang Indah Genteng Rajawali)*, Dosen Pembimbing: Nasir Widha Setyanto dan Rakhmat Himawan.

PT Malang Indah Genteng Rajawali merupakan salah satu perusahaan industri *paving block* di kota Malang, Jawa Timur. Pasir Lumajang adalah salah satu bahan utama dalam pembuatan *paving block*. Karena faktor cuaca, persediaan pasir Lumajang semakin menipis dan mengakibatkan tingkat produksi menurun. Kondisi ini juga menyebabkan turunnya kualitas *paving block*. Salah satu cara untuk mengukur kualitas *paving block* adalah dengan mengukur nilai kuat tekan *paving block*. Berdasarkan data yang diberikan perusahaan, nilai kuat tekan *paving block* belum mencapai target mutu perusahaan yaitu mutu A dengan nilai minimal rata-rata kuat tekan sebesar 350 kg/cm². Sehingga perlu dilakukan perbaikan untuk meningkatkan kualitas *paving block* sesuai dengan target perusahaan.

Pada penelitian ini, digunakan metode Desain Eksperimen 3^k. Desain eksperimen 3^k digunakan untuk mengetahui faktor dan interaksi faktor apa saja yang berpengaruh terhadap kuat tekan *paving block*. Sebelumnya di analisis terlebih dahulu faktor apa saja yang diduga berpengaruh. Tahap yang dilakukan pada Desain Eksperimen 3^k adalah penentuan objek penelitian yaitu *paving block* dengan target kualitas mutu A, penetapan karakteristik kualitas yaitu *larger the better*, penentuan faktor dan level faktor, pelaksanaan eksperimen yaitu membuat *paving block* dan mengukur kuat tekan *paving block*, pengumpulan data eksperimen, penentuan model matematika, perumusan hipotesis, dan pengolahan data eksperimen berupa perhitungan uji ANOVA (*Analysis of Variance*), uji *Newman Keuls*, dan penentuan level faktor optimal.

Berdasarkan hasil uji ANOVA, diperoleh faktor dan interaksi faktor yang berpengaruh yaitu rasio pasir, jumlah semen, dan interaksi antara rasio pasir dan jumlah semen. Pengolahan data dilanjutkan dengan uji *Newman Keuls* dengan hasil terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kuat tekan pada dua kombinasi percobaan karena adanya perbedaan level faktor rasio pasir dan dua kombinasi percobaan karena adanya perbedaan level faktor jumlah semen. Sedangkan, untuk hasil uji *Newman Keuls* pada interaksi faktor rasio pasir dengan jumlah semen yaitu dari 36 kombinasi perlakuan dari interaksi faktor rasio pasir dengan jumlah semen terdapat 16 kombinasi perlakuan yang memiliki perbedaan secara signifikan terhadap kuat tekan *paving block*. Level faktor optimal yang didapatkan adalah rasio pasir dengan level 3:6, jumlah semen 40 kg, dan interaksi rasio pasir 3:6 dengan jumlah semen 40 kg. Sedangkan, usulan kombinasi pasir yang diberikan adalah pasir Lumajang dengan rasio pasir sebanyak 1:8 menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 505,34 kg/cm² dengan jumlah semen 20 kg, 510,34 kg/cm² dengan jumlah semen 30 kg dan 588 kg/cm² dengan jumlah semen 40 kg. Hal itu untuk mengatasi masalah minimnya persediaan pasir Lumajang dengan kualitas *paving block* berdasarkan kuat tekan masih berada pada nilai minimum mutu A menurut SNI 03-0691-1996.

Kata Kunci: *Paving Block*, Kuat Tekan, Desain Eksperimen, *Newman Keuls*,

Halaman ini sengaja dikosongkan



SUMMARY

Chika Nurachmani Choeronnissa, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, August 2016, *Suggestion of The Best Combination of Sand for Paving Block Production with 3^k Experimental Design (Case Study: Industrial Centers of Paving Block, PT Malang Indah Genteng Rajawali)*, Academic Supervisor: Nasir Widha Setyanto and Rakhmat Himawan.

PT Malang Indah Genteng Rajawali is one of *paving block* industrial company in Malang, East Java. Lumajang sand is one of main ingredients in the manufacturing of paving blocks. Because of the weather impact, supply of Lumajang sand decreased and caused a declining level towards its productivity. This condition has also decreased the quality of paving blocks. One of ways to measure the quality of paving block is by measuring the compressive strength of paving blocks. Based on the data provided by the company, the compressive strength of paving blocks have not reached the company's target quality, which is grade A, the minimum average of compressive strength value, 350 kg / cm². Therefore, the company needs to do some improvements to increase the quality of paving block and reach the target of the company.

This research use the Experimental Design 3^k metode. This metode was being used to recognize any factor and interaction factor which influence the compressive strength of the paving blocks. The factor which may influence the compressive strength were analyzed first. The procedure in Experimental Design 3^k was determining the research object which was paving blocks with grade A as the target, determining the quality characteristic larger the better, determining factor and level factor, executing the experiment which were producing and measuring the compressive strength of the paving block, collecting experimental data, determining mathematical model, creating hypothesis, processing experimental data which was calculation of ANOVA (Analysis of Variance) Test, Newman Keuls Test, and detemining optimal factor level.

Based on ANOVA Test result, it has shown that the factor and the interaction factor that influenced to the experiment were the ratio of sand, the amount of cement, and interaction between ratio of sand and the amount of cement. The data processing continued with Newman Keuls Test, there were significant differences between the compressive strength from two combination, because there was a difference of level factors in the ratio of sand, and level factors of the amount of cement. Otherwise, the Newman Keuls Test on the interaction factors between the ratio of sand and the amount cement has shown that there were 16 out of 36 combination of interaction factor between the ratio of sand and the amount of cement which has the significant difference on compressive strength of paving blocks. The maximum level factors accuirred from the test were sand level's ratio with 3:6, the amount of cement was 40kg, and the interaction ratio of sand 3:6 with the amount of cement are 40kg. Otherwise, the suggestion of sand combinations were sand's ratio with 1:8 and the amount of cement 20 kg with the compressive strength's result was 505,34 kg/cm², the amount of cement 30 kg with the compressive strength's result was 510,34 kg/cm², and the amount of cement 40 kg with the compressive strength's result was 588 kg/cm². The combination above will solve the problem for the scarcity of Lumajang Sand but the compressive strength still reach the minimum standard for grade A base on SNI03-0691-1996.

Keyword : Paving blocks, compressive strength, Experimental Design, Newman Keuls.

Halaman ini sengaja dikosongkan

