



**PERBANDINGAN WAKTU SETTING GYPSUM DAUR ULANG TIPE III
DENGAN GYPSUM TIPE III MERK 3 L (GERMANY)**

SKRIPSI

Oleh:

Ary Kurniawan

NIM 081610101100

**BAGIAN ILMU KEDOKTERAN GIGI DASAR
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**PERBANDINGAN WAKTU SETTING GYPSUM DAUR ULANG TIPE III
DENGAN GYPSUM TIPE III MERK 3 L (GERMANY)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Ilmu Kedokteran Gigi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh:

Ary Kurniawan

NIM 081610101100

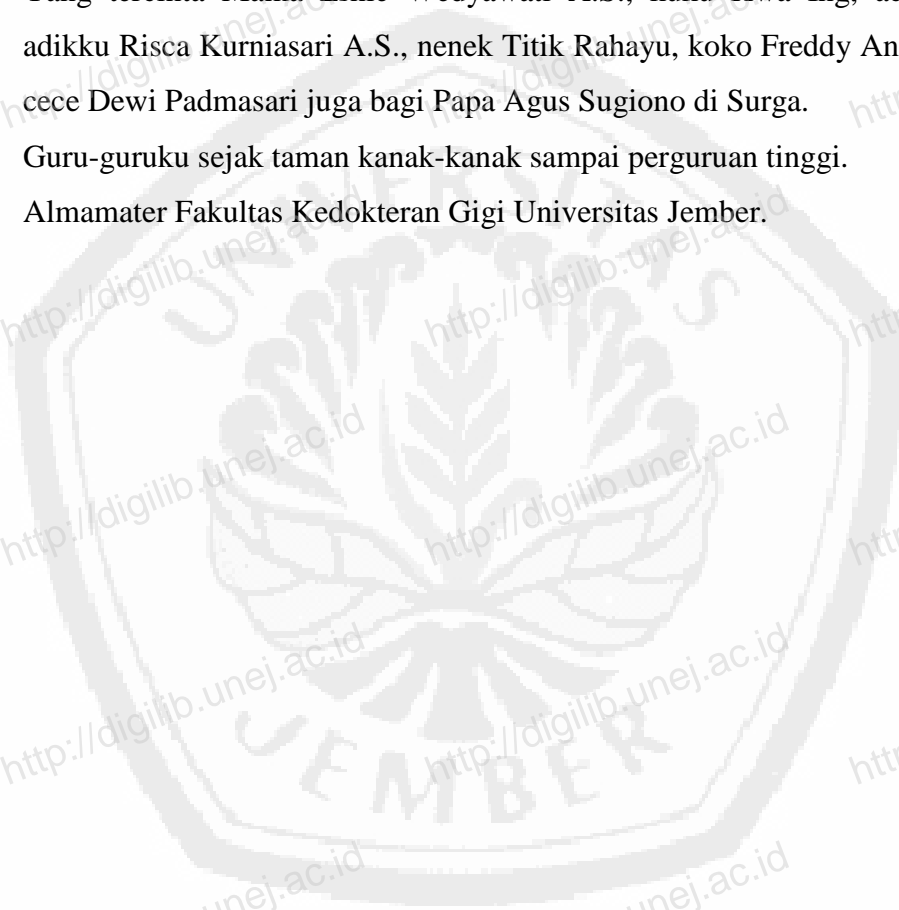
**BAGIAN ILMU KEDOKTERAN GIGI DASAR
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER**

2012

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Yang tercinta Mama Ernie Wedyawati A.S., kuku Hwa Ing, acek Yentak, adikku Risca Kurniasari A.S., nenek Titik Rahayu, koko Freddy Andreanto dan cece Dewi Padmasari juga bagi Papa Agus Sugiono di Surga.
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi.
3. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.



MOTTO

Orang-orang yang menabur dengan mencururkan air mata,
akan menuai dengan sorak-sorai.

(Mazmur 126:5)^{*)}

Hendaklah hatimu tabah dan jadi teguh,
dan jangan gelisah pada waktu yang malang

(Yesus bin Sirakh 2:2)^{*)}

Tuhan akan menyelesaikannya bagiku!

(Mazmur 138:8a)^{*)}

^{*)} Lembaga Alkitab Indonesia, 2005. Alkitab Deuterokanonika. Jakarta: Percetakan Lembaga Alkitab Indonesia.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ary Kurniawan

NIM : 081610101100

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Perbandingan Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III dengan Gypsum Tipe III Merk 3L (*Germany*)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Juni 2012

Yang menyatakan,

Ary Kurniawan

NIM 081610101100

SKRIPSI

**PERBANDINGAN WAKTU SETTING GYPSUM DAUR ULANG TIPE III
DENGAN GYPSUM TIPE III MERK 3 L (GERMANY)**

Oleh

Ary Kurniawan

NIM 081610101100

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Amiyatun Naini, M.Kes.

Dosen Pembimbing Anggota : drg. Leliana Sandra Devi P, Sp.Orto.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perbandingan Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III dengan Gypsum Tipe III Merk 3L (*Germany*)” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 11 Juni 2012

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

drg. Amiyatun Naini, M.Kes.

NIP 197112261999032001

Anggota I,

Anggota II,

drg. Leliana Sandra Devi P., Sp. Ortho

NIP 197208242001122001

drg. Lusi Hidayati, M.Kes

NIP 197404152005012002

Mengesahkan

Dekan,

drg. Hj. Herniyati, M.Kes.

NIP 195909061985032001

RINGKASAN

Perbandingan Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III dengan Gypsum Tipe III Merk 3 L (*Germany*); Ary Kurniawan, 081610101100; 2012: 30 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Model gypsum merupakan salah satu limbah yang dihasilkan oleh fasilitas pelayanan kesehatan gigi. Model gypsum tidak berbahaya jika dibuang langsung ke alam, namun dalam jumlah besar akan mengakibatkan timbunan sampah yang besar. Salah satu upaya mengurangi limbah dari model gypsum adalah dengan cara mendaur ulang model gypsum. Model gypsum dari gypsum kedokteran gigi tipe III berpotensi besar untuk didaur ulang. Hal ini dikarenakan penggunaan gypsum tipe III di kedokteran gigi yang besar. Namun waktu setting gypsum daur ulang tipe III belum pernah diteliti. Oleh karena itu, perlu diketahui waktu setting gypsum tipe III dan perbandingannya dengan gypsum merk 3L (*Germany*) yang berada di pasaran. Tujuan penelitian untuk mengetahui lama waktu setting gypsum daur ulang tipe III, untuk mengetahui perbedaan waktu setting gypsum daur ulang tipe III dengan gypsum tipe III merk 3 L (*Germany*), dan untuk mengetahui bahwa gypsum daur ulang dapat diolah menjadi gypsum kedokteran gigi.

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap percobaan laboratories secara berkesinambungan. Percobaan pertama dilakukan pembuatan gypsum daur ulang. Percobaan dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Percobaan kedua dilakukan pengukuran waktu setting gypsum daur ulang tipe III menggunakan uji jarum Vicat. Percobaan dilakukan di Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Fakultas Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Sampel dibagi menjadi 5 kelompok yaitu kelompok I, gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) w/p 0,4; kelompok II, gypsum daur ulang tipe III w/p 0,6; kelompok III, gypsum daur ulang tipe III w/p 0,7; kelompok IV, gypsum daur ulang tipe III w/p 0,8; dan kelompok V, gypsum daur ulang tipe III w/p 0,9. Hasil

penelitian dianalisis dengan uji Mann-Whitney untuk melihat perbedaan antarperlakuan.

Waktu setting gypsum daur ulang tipe III tercepat adalah waktu setting gypsum daur ulang tipe III dengan w/p 0,6 yaitu 199,0233 detik (3,3171 menit), dan waktu setting gypsum daur ulang tipe III terlama adalah waktu setting gypsum daur ulang tipe III dengan w/p 0,9 yaitu 1705,8917 detik (28,4315 menit). Waktu setting gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) w/p 0,4 adalah 1349,2917 detik (22,4 882 menit), sedangkan waktu gypsum daur ulang tipe III yang mendekati waktu setting gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) yaitu gypsum daur ulang tipe III w/p 0,8 yaitu 1384.8500 detik (23,0808 menit). Waktu setting gypsum daur ulang tipe III lebih cepat daripada waktu setting gypsum tipe III merk 3L (*Germany*). Gypsum daur ulang tipe III dapat digunakan sebagai gypsum kedokteran gigi.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Tritunggal Mahakudus, atas rahmat, karunia-Nya dan doa Bunda Maria sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III dengan Gypsum Tipe III Merk 3L (*Germany*)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Moh. Hasan, MSc., PhD., selaku Rektor Universitas Jember;
2. Drg. Herniyati, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
3. Drg. Rahardyan Parnaadji, M.Kes., Sp.Prost., selaku Pembantu Dekan I Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
4. Drg. Amiyatun Naini, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Utama, Drg. Leliana Sandra Devi P., Sp.Orto., selaku Dosen Pembimbing Anggota; Drg. Lusi Hidayati, M.Kes., selaku Dosen Penguji Skripsi yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Drg. Rina Sutjiati M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Prof. Dwi Prijatmoko, S.H., Phd., yang telah memberi semangat dan doa pada penulis;
7. Ir. Tavio M.S. PhD., selaku Kepala Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Teknik Sipil ITS, mas Hendra Setiawan dan bapak Harjo, selaku Teknisi Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Teknik Sipil ITS yang telah meluangkan waktu dan tenaga serta ijin dalam penelitian skripsi ini.

8. Drs. Ach. Sjaifullah, MSc., PhD., selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember, Ibu Ika, selaku Ketua Laboratorium Kimia Organik, Ibu Sari dan Pak Dul, selaku Teknisi Laboratorium Kimia Organik yang telah meluangkan waktu dan tenaga serta ijin dalam penelitian skripsi ini.
9. Mami Ernie Wedyawati A.S., papa Agus Sugiono di Surga, kuku Hwa Ing, acek Yentak, Risca Kurniasari A.S., koko Freddy Andreanto dan cece Dewi Padmasari serta nenek Titik Rahayu yang telah memberikan dorongan dan doanya demi terselesaikannya skripsi ini;
10. rekan kerjaku Anto yang telah membantu analisis, Henry teman seperjuangan dan Ongky, Laura, Ony, Ana, Riezky D.W., Ce Regina, Kak Maria serta teman-teman angkatan 2008 dan 2009 FKG UNEJ yang telah memberi semangat;
11. Mas Yuga, mas Roni, mas Ibe, ce Fifi, mbak Sisil dan keluarga SukaNyanyi. Com-ku yang telah memberikan dorongan dan doanya demi terselesaikannya skripsi ini;
12. Sesepeuh, rekan seperjuangan dan adik-adikku di UKS PSM “Gema Swara Denta” FKG UNEJ;
13. Kakak-kakak, saudara-saudariku di UKS Kerohanian Kristen-Katholik FKG UNEJ;
14. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Demikianlah skripsi yang telah saya buat dengan sepuh hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 11 Juni 2012

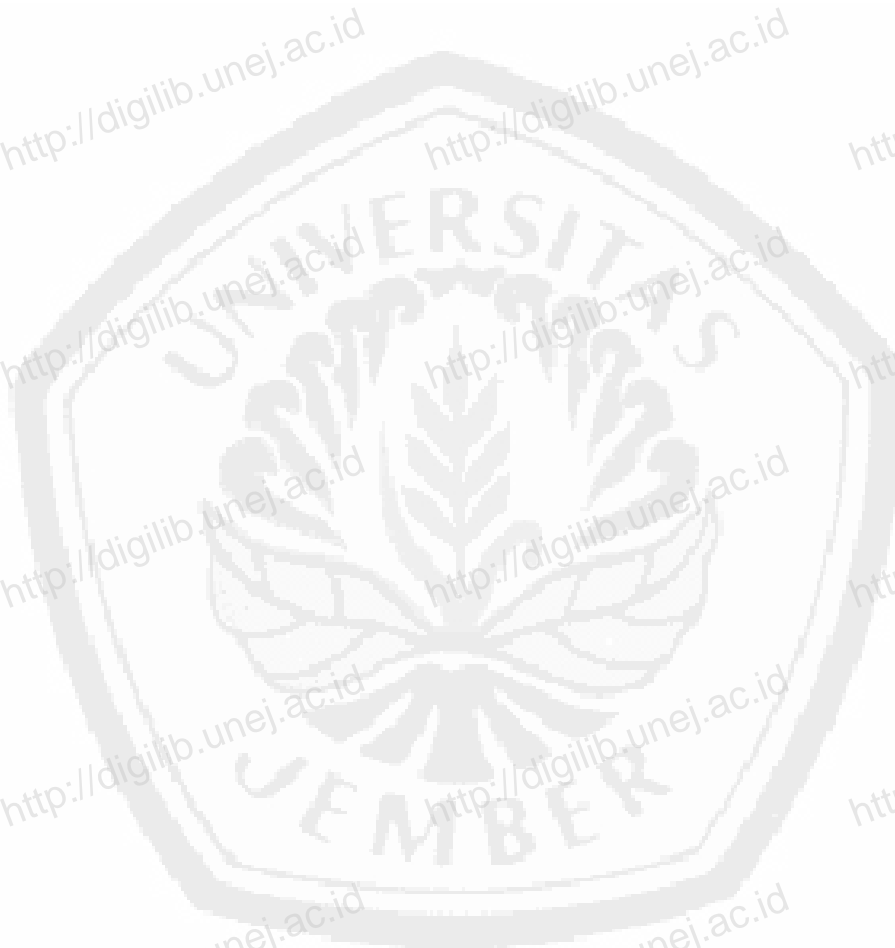
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Gypsum Kedokteran Gigi	4
2.2 Klasifikasi Gypsum	5
2.3 Komposisi Gypsum	5
2.4 Sifat Gypsum	6
2.5 Manipulasi Gypsum	7
2.6 Mekanisme Pengerasan Gypsum	8
2.7 Waktu Pengerasan Gypsum	8

2.8	Faktor yang Mempengaruhi Waktu Pengerasan Gypsum	9
2.9	Gypsum Tipe III	10
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1	Jenis Penelitian	13
3.2	Rancangan Penelitian	13
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.4	Variabel Penelitian	13
3.5	Definisi Operasional	14
3.6	Sampel Penelitian	14
3.7	Alat dan Bahan Penelitian	16
3.8	Cara Kerja	17
	3.8.1 Pembuatan Sediaan Bubuk Gypsum Tipe III Hasil Daur Ulang.....	17
	3.8.2 Pengukuran Waktu Setting Gypsum Tipe III Merk 3 L (Germany) dan Gypsum Tipe III Hasil Daur Ulang.....	17
3.9	Analisa Statistik	18
3.10	Alur Penelitian	19
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1	Hasil	20
4.2	Analisis Data	21
4.3	Pembahasan	24
	4.3.1 Perbedaan Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III dengan Gypsum Tipe III Merk 3L (Germany).....	24
	4.3.1 Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III.....	27
	4.3.3 Gypsum Daur Ulang Dapat Diolah Menjadi Gypsum Kedokteran Gigi.....	28

BAB 5. PENUTUP	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR BACAAN	31
LAMPIRAN	33

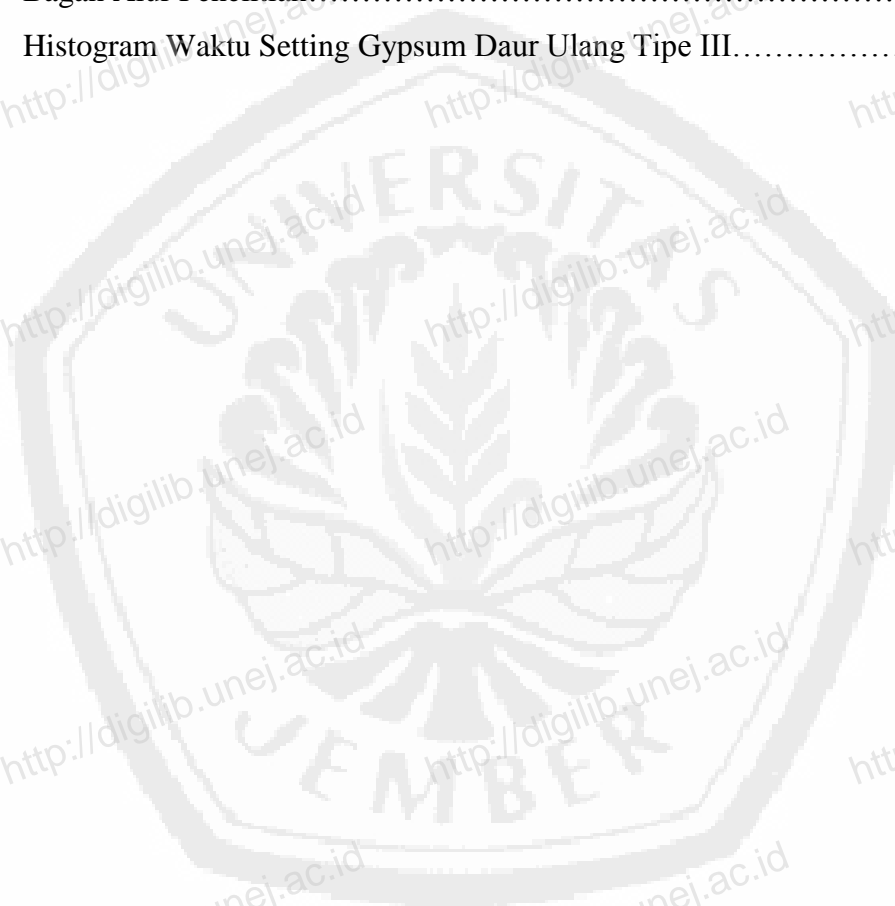


DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Jenis-jenis Produk Gypsum.....	12
4.1 Nilai Rata-rata Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III.....	20
4.2 Hasil Uji Normalitas <i>Shapiro-Wilk</i> Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III.....	22
4.3 Hasil Uji Homogenitas <i>Levene</i> Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III.....	22
4.4 Hasil Uji <i>Kruskal-Wallis</i> Perbandingan Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III dengan Gypsum Tipe III Merk 3L (<i>Germany</i>).....	23
4.5 Hasil Uji <i>Mann-Whitney</i> Perbandingan Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III dengan Gypsum Tipe III Merk 3L (<i>Germany</i>).....	23

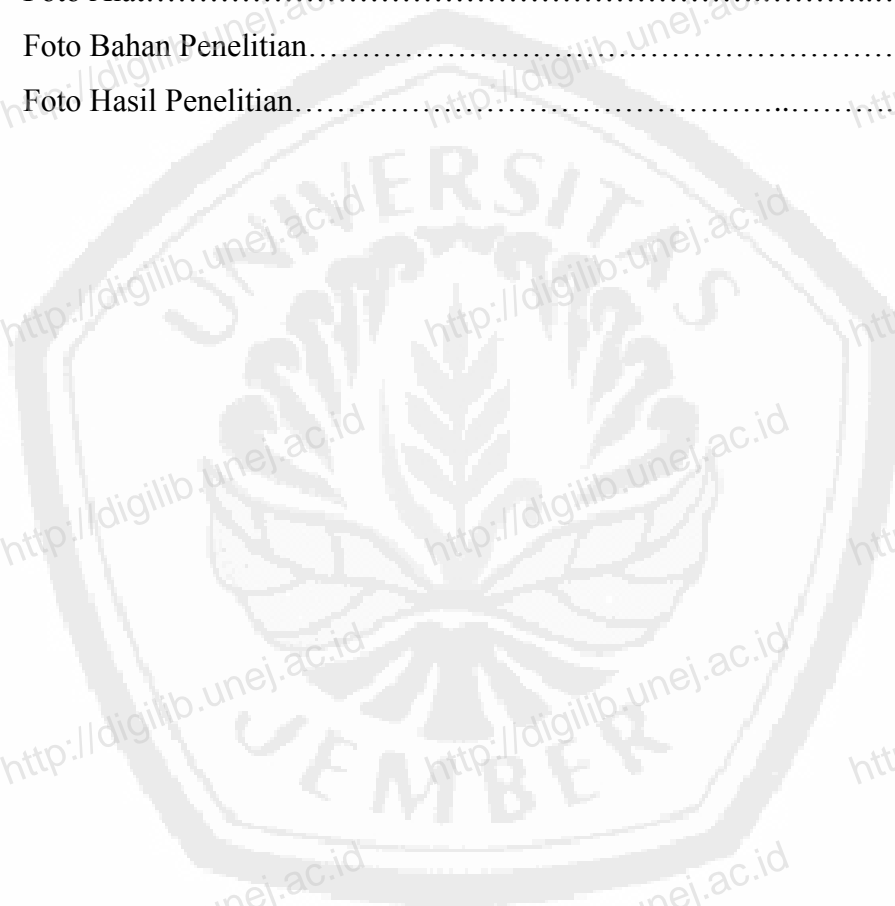
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Tabung Silinder.....	18
3.2 Bagan Alur Penelitian.....	19
4.1 Histogram Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III.....	21



DAFTAR LAMPIRAN

A.	Hasil Penelitian.....	33
B.	Analisis Data.....	35
C.	Foto Alat.....	41
D.	Foto Bahan Penelitian.....	43
D.	Foto Hasil Penelitian.....	44



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Manusia menghasilkan limbah setiap kali beraktivitas. Limbah adalah sisa hasil produksi yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga (Anonim, 2008). Limbah yang berbentuk padat lebih dikenal dengan sampah (UU no. 18 th. 2008 tentang Pengelolaan Sampah).

Salah satu sektor penghasil limbah adalah fasilitas pelayanan kesehatan. Fasilitas pelayanan kesehatan gigi merupakan salah satu fasilitas pelayanan kesehatan yang banyak menghasilkan limbah. Limbah kedokteran gigi ada tiga jenis yaitu limbah infeksius dan berpotensi infeksius, limbah non-infeksius dan sampah. Yang termasuk limbah infeksius dan berpotensi infeksius adalah amalgam, jarum suntik, kapas yang terkontaminasi oleh darah, dll. Sedangkan yang termasuk limbah non-infeksius adalah model gypsum dan bahan cetak (Wulandari dan Sukandar, 2008).

Model gypsum merupakan salah satu limbah yang dihasilkan oleh fasilitas pelayanan kesehatan gigi. Model gypsum berfungsi sebagai model study dan model kerja. Namun setelah perawatan selesai, model gypsum akan dibuang sebagai limbah kedokteran gigi. Model gypsum tidak berbahaya jika dibuang langsung ke alam, namun dalam jumlah besar akan mengakibatkan timbunan sampah yang besar.

Perlu ada upaya untuk mengurangi limbah dari model gypsum. Salah satu upaya mengurangi limbah dari model gypsum adalah dengan cara mendaur ulang model gypsum. Model gypsum terbuat dari gypsum kedokteran gigi (kalsium sulfat hemihidrat) yang dicampur dengan air dan mengalami proses pengerasan menjadi kalsium sulfat dihidrat (Anusavice, 2003: 157 – 158). Sedangkan reaksi pembentukan kalsium sulfat hemihidrat dengan cara menghidrasi kalsium sulfat dihidrat (Lager, 1984). Oleh karena itu, model gypsum dapat di daur ulang.

Daur ulang gypsum memiliki manfaat yang besar. Manfaat daur ulang gypsum antara lain mengurangi limbah kedokteran gigi, turut berperan aktif menjaga kelestarian lingkungan, dan mengurangi biaya pelayanan kesehatan gigi. Hal ini dikarenakan limbah gypsum dapat diproses menjadi gypsum kedokteran gigi dan dapat dipergunakan kembali.

Gypsum kedokteran gigi dapat diperoleh langsung dari alam maupun dari produk samping dari beberapa proses kimia. Secara kimiawi, gypsum yang dihasilkan untuk tujuan kedokteran gigi adalah kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) murni. Berbagai tipe gypsum digunakan secara berbeda dalam bidang kedokteran gigi (Anusavice, 2003:155).

Di bidang kedokteran gigi, gypsum digunakan sebagai model studi dari rongga mulut serta struktur maksilo-fasial dan sebagai piranti penting untuk pekerjaan laboratorium kedokteran gigi yang melibatkan pembuatan protesa gigi (Anusavice, 2003: 155).

Gypsum kedokteran gigi terdiri atas beberapa tipe. Menurut Spesifikasi ADA No.25 gypsum kedokteran gigi terdiri atas lima tipe. Gypsum kedokteran gigi tipe I disebut Plaster of Paris, tipe II disebut Plaster model, tipe III disebut Dental stone, tipe IV disebut Dental stone high strength, tipe V disebut Dental stone high strength high ekspansif (Anusavice, 2003:169 – 172).

Gypsum kedokteran gigi yang paling sering digunakan adalah gypsum kedokteran gigi tipe III. Hal ini dilihat dari jumlah penggunaan gypsum tipe III di bidang kedokteran gigi yang besar. Gypsum tipe III digunakan sebagai model studi dan model kerja dalam pembuatan protesa gigi (Anusavice, 2003: 155). Oleh karena itu, peneliti melihat tingkat kebutuhan gypsum kedokteran gigi tipe III cukup tinggi.

Gypsum kedokteran gigi tipe III memiliki sifat dan syarat bahan kedokteran gigi tertentu. Salah satu sifat dan syarat bahan kedokteran gigi adalah waktu setting. Waktu setting adalah waktu yang terentang antara mulai pengadukan sampai gypsum mengeras (Anusavice, 2003: 160).

Waktu setting gypsum daur ulang tipe III belum pernah diteliti. Berdasarkan uraian di atas maka peneliti ingin mengetahui waktu setting gypsum tersebut dan dapat menemukan gypsum kedokteran gigi alternatif yang memiliki standart waktu setting yang lebih baik atau sama dengan waktu setting gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) yang sudah berada di pasaran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut menimbulkan permasalahan yaitu:

- 1.2.1 Apakah gypsum daur ulang tipe III memiliki perbedaan waktu setting dengan gypsum tipe III merk 3 L (*Germany*)?
- 1.2.2 Berapa lama waktu setting gypsum daur ulang tipe III?
- 1.2.2 Apakah gypsum daur ulang dapat diolah menjadi gypsum kedokteran gigi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah

- 1.3.1 Untuk mengetahui perbedaan waktu setting gypsum daur ulang tipe III dengan gypsum tipe III merk 3 L (*Germany*).
- 1.3.2 Untuk mengetahui lama waktu setting gypsum daur ulang tipe III.
- 1.3.3 Untuk mengetahui bahwa gypsum daur ulang dapat diolah menjadi gypsum kedokteran gigi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi beberapa manfaat yaitu

- 1.4.1 Dapat memberikan informasi ilmiah tentang gypsum kedokteran gigi alternatif dari gypsum daur ulang.
- 1.4.2 Dapat dijadikan sebagai informasi tambahan dalam penelitian lebih lanjut.
- 1.4.3 Dapat mengurangi pencemaran lingkungan.
- 1.4.4 Dapat menekan biaya operasional dan relatif lebih ekonomis.

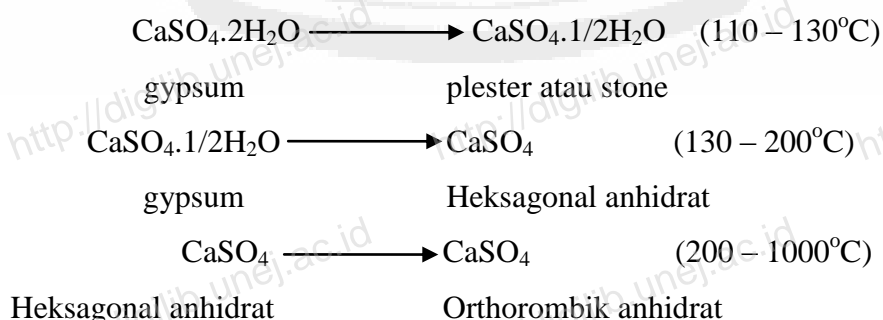
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Gypsum Kedokteran Gigi

Gypsum merupakan mineral yang ditambang di berbagai belahan dunia. Gypsum juga merupakan produk sampingan dari berbagai proses kimia. Secara kimiawi, gypsum yang dihasilkan untuk tujuan kedokteran gigi adalah kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) murni (Anusavice, 2003:155).

Dihidrat dari kalsium sulfat disebut gypsum. Gypsum biasanya berwarna putih susu kekuningan dan biasa ditemukan dalam bentuk senyawa di alam. Mineral gypsum mempunyai nilai komersial yang penting sebagai *plester of Paris*. Nama plester of Paris diberikan pada produk ini karena produk ini diperoleh dari pembakaran gypsum yang ditambang di dekat Paris, Perancis. Namun saat ini gypsum dapat ditambang di berbagai belahan dunia (Craig, 2002: 392).

Plester dan stone merupakan hasil pengapuran kalsium sulfat dihidrat atau gypsum. Secara komersial, gypsum dihaluskan dan dipapar dengan temperatur $110 - 120^\circ\text{C}$ untuk mengeluarkan bagian air dari kristalisasi. Ini sesuai dengan tahap pertama dalam reaksi:



Begitu temperature semakin ditingkatkan, sisa air dari kristalisasi dikeluarkan dan terbentuk produk seperti yang diinginkan (Anusavice, 2003:156). Selama proses pemanasan, gypsum kehilangan 1,5 g mol dari 2 g mol air dan berubah menjadi plester atau stone (kalsium sulfat dihidrat) (Craig, 2002: 392).

2.2 Klasifikasi Gypsum

Berdasarkan spesifikasi gypsum kedokteran gigi menurut ADA (*American Dental Association*) nomer 25, produk gypsum dibagi menjadi 5 yaitu: Plester Cetak (Tipe I), Plester Model (Tipe II), Stone Gigi (Tipe III), Stone Gigi, Kekuatan Tinggi (Tipe IV), dan Stone Gigi, Kekuatan Tinggi, Ekspansi Tinggi (Tipe V) (Anusavice 2003: 169 - 172).

2.3 Komposisi Gypsum

Gypsum untuk kedokteran gigi memiliki kalsium sulfat hemihidrat sebagai komposisi utama, ditambah dengan senyawa kimia untuk mengontrol waktu pengerasannya. Senyawa kimia yang termasuk akselerator, contohnya: kalium sulfat yang bertindak sebagai akselerator dengan cara mempercepat pembentukan larutan kalsium sulfat hemihidrat. Retarder, contohnya: natrium sitrat dan borak, bahan ini mengurangi kecepatan pelarutan hemihidrat dan juga terabsorpsi kedalam inti kristalisasi sehingga meracuni inti dan menyebabkan tidak efektif (Anusavice, 2003: 164 – 166).

Komposisi gips keras menurut Anusavice (2003: 164 – 166) terdiri dari sebagai berikut ini.

- Kalsium sulfat hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) yang merupakan komposisi utama,
- Bahan pewarna, merupakan bahan pelengkap untuk membedakan dengan bahan yang lain, dan
- Bahan aditif, sebagai pengontrol waktu pengerasan juga menuunkan pemuaiian pengerasan.

Selain bahan tersebut diatas terdapat juga bahan yang dapat mempercepat reaksi kimia, misalnya potassium sulfat (K_2SO_4), kalium klorida (KCl), natrium klorida

(NaCl) dan bahan yang dapat memperlambat reaksi kimia, misalnya : borax dan potasium sitrat. Kekuatan bahan dapat berkurang karena penambahan bahan aditif tersebut (Anusavice, 2003: 164 – 166).

2.4 Sifat Gypsum

Sifat-sifat fisik gips, adalah sebagai berikut dibawah ini:

2.4.1 Kekuatan tekan (*Compressive Strength*)

Kekuatan gypsum bertambah seiring dengan proses pembuangan air dari pengerasan, dihitung dari jam 1 setelah pencampuran pertama (Craig, 2002: 400 – 401).

2.4.2 Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

Gypsum harus mempunyai kekuatan *tensile* dan kompresif yang cukup agar tahan terhadap daya yang mengenainya yang biasanya didapat dari kesalahan konstruksi dimana terdapat daerah yang terkena tekanan yang besar dan terus menerus. Kekuatan *tensile* dari *plaster* sangat rendah (kira-kira 2 MPa) (Richard, 2002).

2.4.3 *Reproduction of details*

Banyak atau tidaknya bentukan porositas atau gelembung udara yang terdapat dalam hasil pencampuran. Jumlah dari gelembung udara yang terdapat didalamnya berhubungan dengan proses pencampuran, yaitu seberapa banyak gypsum yang tidak tercampur oleh air dengan baik (Craig, 2002: 403).

2.4.4 Waktu pengerasan

Waktu pengerasan adalah waktu dimana gypsum mulai dicampur dengan air sampai adonan itu mengeras (Anusavice, 2003: 160). Waktu pengerasan dibagi dua bagian yaitu sebagai berikut. 1. *Initial setting time*, 2. *Final setting time*. *Initial setting time* yaitu waktu yang dibutuhkan bahan-bahan gypsum untuk mencapai suatu tingkat perubahan kekerasan tertentu dalam proses pengerasannya, yaitu saat dimana air dipermukaan adonan diabsorpsi kedalam adonan hingga adonan menjadi kristal, ditandai dengan adonan semi keras yang telah melewati tahap waktu kerja tapi belum mencapai waktu pengerasan akhir. Biasanya terjadi \pm antara 8 menit sampai dengan 16 menit dihitung dari mulai saat pencampuran pertama. *Final setting time* atau wak-

tu pengerasan akhir merupakan waktu yang dibutuhkan untuk reaksi lengkap, yaitu suatu waktu dimana bahan hasil pencampuran dapat dipisahkan tanpa mengalami perubahan atau distorsi dan fraktur, kondisi reaksi kimia sudah lengkap. Walaupun *final setting time* dari beberapa gypsum yang digunakan untuk aplikasi model dan $die \pm 20$ menit dihitung dari waktu pencampuran (Craig, 2002: 397 – 399).

2.5 Manipulasi Gypsum

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam memanipulasi gypsum kedokteran gigi. Hal-hal tersebut adalah penakaran dan pengadukan.

Kekuatan gypsum kedokteran gigi tidak langsung sebanding dengan rasio air dan bubuk (*water : powder = W:P*), namun sangat penting untuk mempertahankan jumlah air serendah mungkin. Namun jangan terlalu rendah sehingga adonan tidak mengalir ke dalam setiap detail cetakan. Perbandingan W:P haruslah tepat. Air harus diukur menggunakan silinder pengukur volume air yang akurat dan bubuk harus ditimbang setara dengan volume air (Anusavice, 2003: 172).

Air yang telah diukur dimasukkan ke dalam mangkok karet, selanjutnya bubuk gypsum ditaburkan ke dalam air. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjebaknya udara ke dalam adonan (Anusavice, 2003: 172).

Air dan bubuk yang tercampur kemudian diaduk. Bila mengaduk dengan tangan, mangkuk pengaduk harus berbentuk parabolik, halus dan tahan terhadap abrasi. Spatula harus memiliki bilah yang kaku serta memiliki pegangan yang nyaman di genggam. Lalu gypsum diaduk hingga tercampur rata. Waktu yang dibutuhkan untuk mengaduk gypsum hingga tercampur rata biasanya satu menit. Bila menggunakan pengadukan mekanis, maka pengadukan harus dilakukan pada frekuensi tinggi dan amplitude rendah. Waktu yang dibutuhkan biasanya 20 – 30 detik (Anusavice, 2003: 172 – 173 dan Craig, 2002: 404).

2.6 Mekanisme Pengerasan Gypsum

Berbeda dengan reaksi pembentukan plester dan stone, reaksi pengerasan gypsum berkebalikan dengan reaksi pembentukan plester dan stone. Ketika kalsium sulfat hemihidrat dicampur dengan air maka akan terbentuk kalsium sulfat dihidrat dan energi. Reaksi kimianya sebagai berikut:



Reaksi di atas ialah reaksi eksotermis. Hal ini karena ketika 1 g mol kalsium sulfat hemihidrat direaksikan dengan 1,5 g mol air akan terbentuk 1 g mol kalsium sulfat dihidrat dan energi kalor (panas) sebesar 3900 cal/ g mol (Craig, 2002: 392)

2.7 Waktu Pengerasan Gypsum

Mulai dari bubuk dilarutkan ke dalam air sampai terjadi pengerasan bahan disebut sebagai waktu pengerasan atau *setting time* (Anusavice, 2003: 160). Untuk mengetahui waktu pengerasan dibutuhkan alat hitung waktu yang disebut jarum Vicat dan Gillmore.

Menurut Craig (2002: 398), waktu pengerasan biasanya dihitung sebagai waktu yang dibutuhkan oleh bahan yang telah *setting* sampai menjadi cukup kuat untuk menahan penetrasi sebuah jarum dengan diameter tertentu dan besar beban yang diketahui. Pengukuran dilakukan dengan beberapa uji penetrasi, alat penguji ini terdiri dari dua bagian yang dikenal dengan jarum Vicat dan Gillmore. Setelah kilap hilang (*Loss of gloss*), jarum dengan suatu batang yang diberi beban tersebut dilepaskan ke permukaan gips, waktu yang dibutuhkan sampai jarum tidak lagi bergerak ke dasar campuran gips dikenal dengan waktu pengerasan.

2.8 Faktor yang Mempengaruhi Waktu Pengerasan Gypsum

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi waktu pengerasan gypsum. Faktor-faktor tersebut adalah

2.8.1 Ketidakmurnian

Bila proses pengapuran tidak sempurna sehingga tetap terdapat partikel gypsum, atau bila pabrik menambahkan gypsum, waktu pengerasan akan diperpendek karena peningkatan dalam potensi nucleus kristalisasi (Anusavice, 2003: 162).

2.8.2 Kehalusan

Semakin halus ukuran partikel hemihidrat, semakin cepat adukan mengeras; khususnya bila produk tersebut telah digiling selama proses pembuatan. Tidak hanya kecepatan kelarutan hemihidrat menjadi meningkat, tetapi juga nucleus gypsum lebih banyak, karena itu kecepatan kristalisasi terjadi lebih cepat (Anusavice, 2003: 162).

2.8.3 Rasio W:P

Semakin banyak air digunakan untuk pengadukan, semakin sedikit jumlah nucleus pada unit volume. Akibatnya, waktu pengerasan diperpanjang (Anusavice, 2003: 162).

2.8.4 Pengadukan

Dalam batasan praktis, semakin lama dan semakin cepat plaster diaduk, semakin pendek waktu pengerasan. Sebagian Kristal gypsum terbentuk langsung ketika plaster atau stone dibuat berkontak dengan air. Begitu pengadukan dimulai, pembentukan kristal ini meningkat, pada saat yang sama, kristal-kristal diputuskan oleh spatula pengaduk dan didistribusikan merata dalam adukan dengan hasil pembentukan lebih banyak nucleus kristalisasi (Anusavice, 2003: 162).

2.8.5 Temperatur

Meskipun efek temperature pada waktu pengerasan cenderung menyestatkan dan mungkin bervariasi dari satu plaster dengan yang lainnya, sedikit perubahan terjadi antara 0°C dan 50°C; tetapi bila temperature adukan plaster-air meningkat kurang lebih 50°C, peningkatan perlambatan terjadi bertahap. Begitu temperature mencapai 100°C, tidak ada reaksi yang terjadi (Anusavice, 2003: 162 – 163).

2.8.6 Perlambatan dan Percepatan

Waktu pengerasan dapat dikendalikan dengan bahan kimia tertentu. Bahan kimia yang dapat meningkatkan waktu pengerasan disebut *aselarator*, sedangkan bahan kimia yang dapat menurunkan waktu pengerasan disebut *retarder* (Anusavice, 2003: 163).

2.9 Gypsum Tipe III

Derivat kedua yang didapat dari gypsum adalah kalsium sulfat hemihidrat, bentuk alpha, dibuat dengan pemanasan gypsum pada suhu 110-130 °C di dalam autoclave (Anusavice, 2003: 156).

Kandungan yang terdapat pada dental stone ini terdiri dari sebagai berikut ini:

2.9.1 Kalsium sulfat hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) yang merupakan komposisi utama.

2.9.2 Bahan aditif, sebagai pengontrol waktu pengerasan juga menurunkan pemuaian pengerasan (Anusavice, 2003: 164 – 166).

Menurut Annusavice (2003: 159), untuk mendapatkan campuran gypsum yang baik diperlukan 28 – 30 ml air untuk setiap 100 mg bubuk dental stone. Penggunaan gypsum merk yang berbeda mempunyai perbandingan air dan bubuk yang berbeda pula, hal ini tergantung pada komposisi yang telah ditetapkan oleh pabrik. Perubahan pada perbandingan air dan bubuk dapat mempengaruhi waktu pengerasan.

Pengerasan gypsum dibagi dalam dua periode atau fase yaitu: *initial setting time* dan *final setting time*. *Initial setting time* terjadi pada waktu pengadukan sampai saat bahan memadat dan hilangnya permukaan mengkilat. *Final setting time* terjadi setelah bahan mengalami kristalisasi kompleks dan semua panas telah dieliminasi. Tahapan ini bahan mempunyai kekuatan yang maksimum. Dalam proses *setting* terjadi hal-hal sebagai berikut ini:

- a. Tahap proses *setting*, *setting* terjadi terus menerus dari mulai mencampur sampai reaksi *setting* berakhir. Waktu adonan kental, pencampuran pertama berupa adonan cairan kental, yang menunjukkan kekenyalan semu. Pengadukan menghasilkan permukaan yang halus dan mengkilat, karena adanya fase yang bersifat

encer secara kontinyu. Terdapatnya kristal-kristal gypsum yang berinteraksi dan campuran plastis, sehingga menyebabkan permukaan halus dan mengkilap seperti pada fase encer menghilang (*loss of gloss*). Waktu kristal berubah menjadi masa yang padat, lemah pada permulaan dan menjadi kuat pada fase padat.

- b. *Initial setting*, terjadi ketika bahan menjadi cukup kuat untuk dipegang dan partikel-partikel mulai terpecah-pecah sampai permukaan mengkilat dari adonan menghilang (*loss of gloss*) (Anusavice, 2003: 160).

Waktu setting gypsum tipe III (*Dental Stone*) menurut *American National Standards Institute/ American Dental Association (ANSI/ADA) Specification No. 25* adalah 12 ± 4 (8 – 16) menit untuk perbandingan air dan bubuk 0,28 – 0,30 (Anusavice, 2003: 170).

Melihat dari spesifikasi diatas, dental stone pada umumnya dipakai untuk model study dan model kerja dalam membuat protesa, dimana ekspansi pengerasan sangat penting dan kekuatan cukup tinggi, sesuai batasan yang disebutkan dalam spesifikasi. Biasanya dipasarkan dalam warna biru, jadi terlihat kontras dengan plester yang umumnya berwarna putih (Anusavice, 2003: 169).



Tabel 2.1 Jenis-jenis Produk Gypsum*

Jenis	Waktu Pengerasan (menit)	Kehalusan		Ekspansi Pengerasan pada 2 jam		Kekuatan Kompresi Pada 1 jam§		Rasio W:P
		Passes 150 µm (%)	Sieve 75 µm (%)	Min (%)	Max (%)	Kg/cm ²	Psi	
I. Plester, cetakan	4 ± 1	98	85	0,00	0,15	40 ± 20	580 ± 290	0,50-0,75
II. Plester, model	12 ± 4	98	90	0,00	0,30	90	1300	0,45-0,50
III. Stone Kedokteran Gigi†	12 ± 4	98	90	0,00	0,20	210	3000	0,28-0,30
IV. Stone Kedokteran Gigi ‡ kekuatan tinggi	12 ± 4	98	90	0,00	0,10	350	5000	0,22-0,24
V. Stone Kedokteran Gigi kekuatan tinggi, ekspansi tinggi	12 ± 4	98	90	0,10	0,30	490	7000	0,18-0,22

*Persyaratan sifat dari kelima produk gypsum tercakup dalam Spesifikasi ADA No. 25. Rasio W:P tipikal ditambahkan pada kolom kanan, dan istilah lazim untuk tipe III dan IV terlihat pada bagian bawah.

†Stone Kedokteran Gigi III, seringkali disebut sebagai *stone* kelas I atau Hydrocoal.

‡Stone kedokteran gigi, kekuatan tinggi, kadang disebut sebagai *stone* kelas II, *stone* yang lebih padat dan diperbaharui.

§Nilai minimal

(Anusavice, 2003: 170).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratoris.

3.2 Rancangan Penelitian

Postes only group design yaitu perlakuan atau intervensi telah dilakukan, kemudian dilakukan pengukuran (observasi) (Notoatmodjo S., 2010:56).

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

3.3.1 Tempat Penelitian

Peneliti melakukan penelitian di:

- a. Laboratorium Kimia Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- b. Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Fakultas Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

3.3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2012.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variable bebas penelitian ini adalah perbandingan air dan bubuk gypsum daur ulang tipe III.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat penelitian ini adalah waktu setting gypsum daur ulang tipe III dan waktu setting gypsum tipe III merk 3 L (*Germany*).

3.4.3 Variabel Terkontrol

Variable terkontrol penelitian ini adalah

- a. Gypsum tipe III merk 3 L (*Germany*).
- b. Waktu pengadukan adonan gypsum 60 detik.
- c. Temperatur air yang digunakan 25°C.
- d. Alat pengukur waktu setting.
- e. Alat cetak.

3.5 Definisi Operasional

3.5.1 Waktu Setting

Waktu setting adalah waktu yang dihitung mulai dari gypsum dicampur dengan air hingga adonan gypsum mengeras yang ditandai dengan jarum vicat tidak dapat menembus adonan gypsum daur ulang.

3.5.2 Gypsum daur ulang

Gypsum daur ulang adalah suatu senyawa kimia berbentuk bubuk berwarna biru hasil daur ulang model gypsum yang telah ditumbuk dan didehidrasi serta dapat mengeras bila direaksikan dengan air.

3.5.3 Daur Ulang

Daur ulang adalah pemrosesan kembali bahan yg pernah dipakai untuk mendapatkan produk baru.

3.5.4 Gypsum Tipe III merk 3L (*Germany*)

Gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) adalah senyawa kimia berbentuk bubuk berwarna biru yang diproduksi oleh pabrik dengan merk 3L (*Germany*).

3.6 Sampel Penelitian

3.6.1 Kriteria Sampel

Cara pengambilan sampel dengan cara selektif sampling dengan kriteria sebagai berikut :

- a. Sampel berasal dari model gypsum yang telah di daur ulang dan gypsum tipe III merk 3 L (*Germany*).
- b. Model gypsum yang akan didaur ulang setidaknya telah disimpan selama 48 – 72 bulan.
- c. Bentuk sampel harus sesuai dengan bentuk cetakan.

3.6.2 Besar Sampel

Jumlah sampel diperoleh dari rumus yang dikemukakan oleh Daniel (2005: 177 – 179) yaitu sebagai berikut :

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2}{d^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \cdot (0,05)^2}{(0,05)^2}$$

$$n = 4$$

Keterangan :

n = besarnya sampel tiap kelompok

σ = standar deviasi sampel (0,05)

Z = harga standart normal tertentu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1,96

d = kesalahan yang masih dapat ditoleransi (5 %)

Dari perhitungan dengan menggunakan rumus di atas didapatkan hasil sebesar 4 buah sampel, namun untuk penelitian ini peneliti menambahkan sampel sebanyak 2 sampel sehingga jumlah sampel 6 agar pengukuran lebih akurat.

3.6.3 Pembagian Sampel

Sampel dibagi dalam 6 kelompok yaitu

1. Kelompok I (Kontrol) : 45 gram gypsum tipe III dengan 18 ml air.
2. Kelompok II : 45 gram gypsum daur ulang dengan 27 ml air.
3. Kelompok III : 45 gram gypsum daur ulang dengan 31 ml air.

4. Kelompok IV : 45 gram gypsum daur ulang dengan 35 ml air.

5. Kelompok V : 45 gram gypsum daur ulang dengan 40 ml air.

Perbandingan 45 gram gypsum dan 18 ml air digunakan sebagai kontrol untuk mendapatkan campuran gypsum tipe III yang baik (Anusavice, 2003:159 dan Craig, 2002: 399). Variasi perbandingan gypsum daur ulang dengan air bertujuan untuk mengetahui kualitas gypsum daur ulang yang dihasilkan sesuai dengan gypsum tipe III merk 3L (Germany).

3.7 Alat dan Bahan Penelitian

3.7.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini:

- a. Mortar dan alu
- b. Ayakan dengan diameter 212 mikrometer merk D-5657 HAAN/ GERMANY Laboratory test sieve (retsch) no. 70.
- c. Beker glass
- d. Aluminium foil
- e. Sendok
- f. Oven dan Alas pembakaran
- g. Timbangan OHS
- h. Silinder ukur dan Lempeng kaca
- i. Stopwatch
- j. Oven vacum
- k. Bowl karet dan Spatula
- l. Jarum Vicat penetrometer Humboldt MFG. CO. Chicago, USA.

3.7.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

- a. Aquadest
- b. Model gypsum
- c. Vaseline

3.8 Cara Kerja

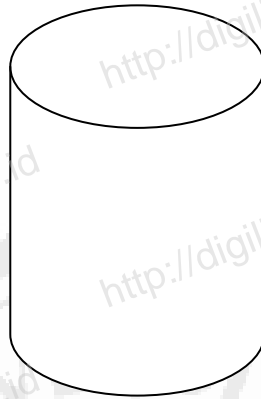
3.8.1 Pembuatan Sediaan Bubuk Gypsum Tipe III Hasil Daur Ulang

1. Model gypsum tipe III ditumbuk dan diayak hingga berdiameter 212 mikrometer dan homogen menggunakan ayakan merk D-5657 HAAN/GERMANY Laboratory test sieve (retsch) no. 70.
2. Gypsum dikeringkan pada oven dengan suhu 105°C hingga kering.
3. Gypsum dioven dalam oven vakum (autoclave) dengan suhu 110°C – 130°C.
4. Gypsum dibiarkan sampai dengan suhu 25°C.

3.8.2 Pengukuran Waktu Setting Gypsum Tipe III Merk 3 L (Germany) dan Gypsum Tipe III Hasil Daur Ulang

1. Gypsum tipe III merk 3 L (Germany) direaksikan dengan air dengan perbandingan 45 gram gypsum dan 18 ml air untuk sampel I (kontrol).
2. Adonan gypsum diaduk selama 60 detik, kemudian dimasukkan ke dalam tabung silinder (gambar 3.1) yang telah diolesi vaselin dan diletakkan di bawah jarum Vicat penetrometer Humboldt MFG. CO. Chicago, USA..
3. Jarum Vicat dilepaskan hingga tidak dapat turun lagi.
4. Waktu setting diukur menggunakan stopwatch oleh 3 pengamat berbeda.
5. Gypsum hasil daur ulang direaksikan dengan air dengan perbandingan :
 - 45 gram gypsum dan 27 ml air untuk sampel II
 - 45 gram gypsum dan 31 ml air untuk sampel III
 - 45 gram gypsum dan 35 ml air untuk sampel IV
 - 45 gram gypsum dan 40 ml air untuk sampel V
6. Adonan gypsum diaduk selama 60 detik, kemudian dimasukkan ke dalam tabung silinder (gambar 3.1) yang telah diolesi vaselin dan diletakkan di bawah jarum Vicat penetrometer Humboldt MFG. CO. Chicago, USA..
7. Jarum Vicat dilepaskan hingga tidak dapat turun lagi.

8. Waktu setting diukur menggunakan stopwatch oleh 3 pengamat berbeda.



Diameter : 2,5 cm

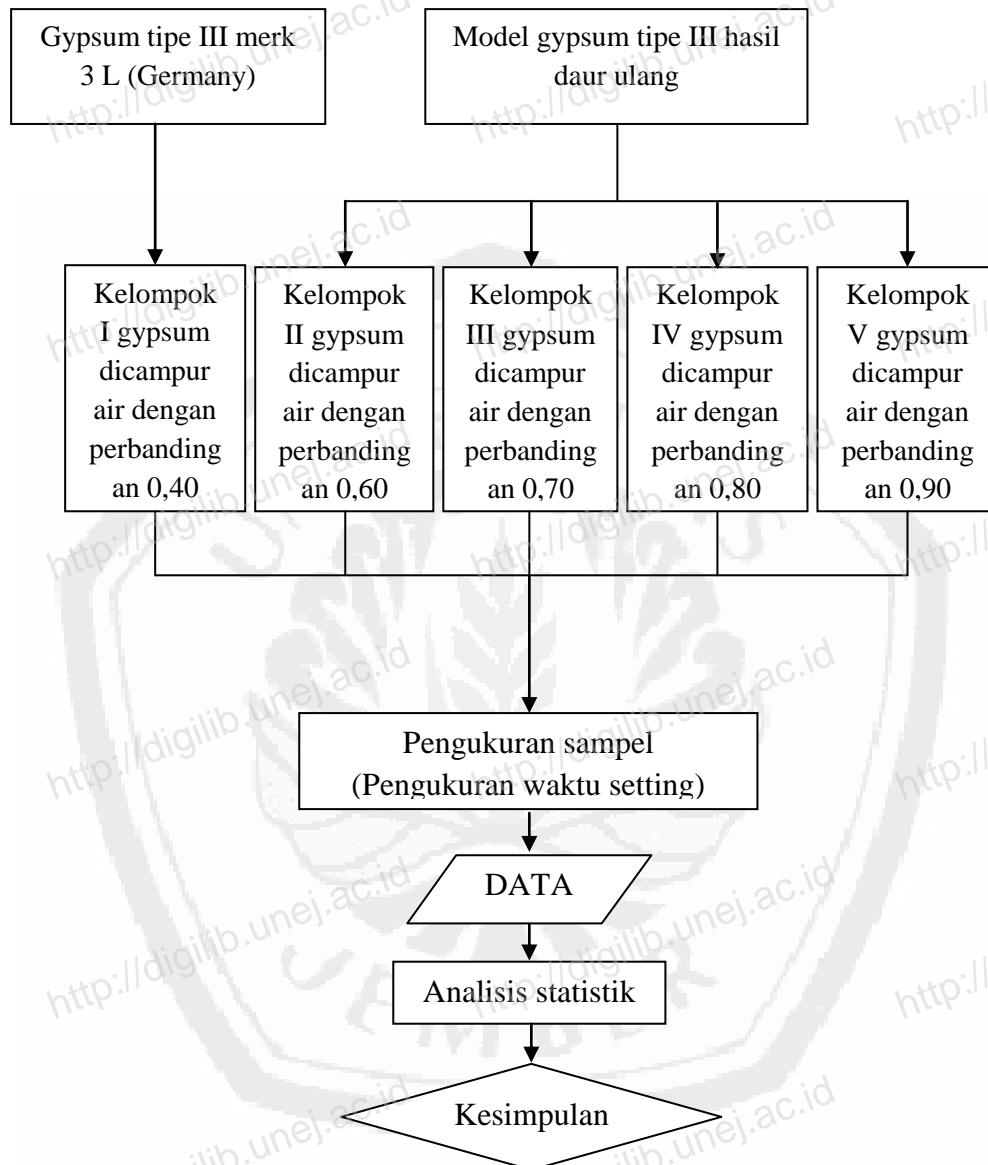
Tinggi : 5 cm

Gambar 3.1 Tabung Silinder

3.9 Analisa Statistik

Uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji *Shapiro-Wilk* untuk melihat normalitas data dan uji *Levene* untuk melihat homogenitas data. Lalu dilanjutkan dengan uji beda non-parametrik *Kruskal-Wallis* karena data terdistribusi normal dan tidak homogen. Lalu diuji dengan uji *Mann-Whitney*, untuk melihat perbedaan masing-masing kelompok.

3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Penelitian tentang perbandingan waktu setting gypsum daur ulang tipe III dengan gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) telah dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember dan Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Fakultas Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Hasil penelitian tentang waktu setting gypsum daur ulang tipe III dibandingkan dengan gypsum tipe III merk 3 L (*Germany*) disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai Rata-rata Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III

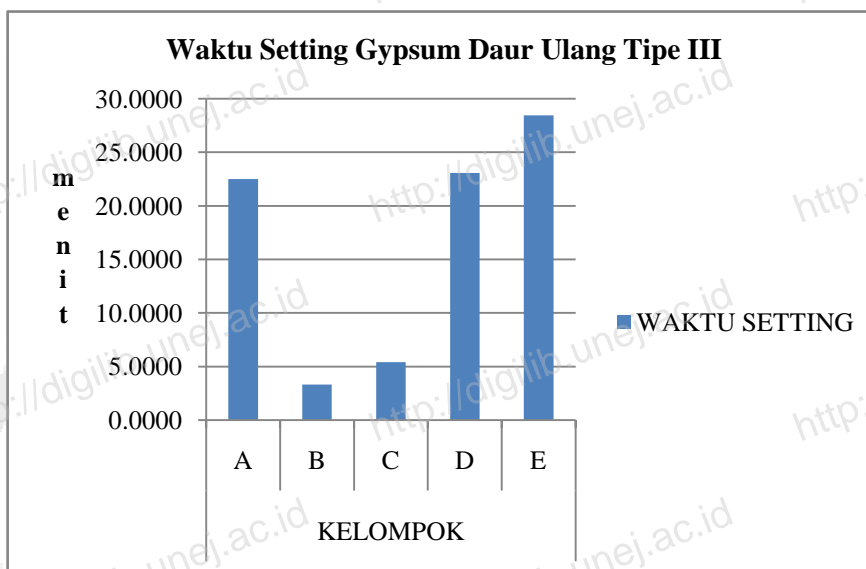
Kelompok	N	Waktu setting (detik) \pm SD
gypsum tipe III merk 3L w/p 0,4	6	1349.2917 \pm 18.37208
gypsum daur ulang tipe III w/p 0,6	6	199.0233 \pm 2.44932
gypsum daur ulang tipe III w/p 0,7	6	324.1000 \pm 12.43322
gypsum daur ulang tipe III w/p 0,8	6	1384.8500 \pm 3.67148
gypsum daur ulang tipe III w/p 0,9	6	1705.8917 \pm 3.72937

Keterangan:

N : jumlah sampel

SD : standar deviasi

Hasil pengamatan diperoleh rata-rata waktu setting gypsum daur ulang tipe III yang bervariasi dibandingkan dengan waktu setting gypsum tipe III merk 3L (*Germany*). Hasil penelitian juga disajikan pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Histogram waktu setting gypsum daur ulang tipe III

Keterangan:

- A : Gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) w/p 0,4
- B : Gypsum daur ulang tipe III w/p 0,6
- C : Gypsum daur ulang tipe III w/p 0,7
- D : Gypsum daur ulang tipe III w/p 0,8
- E : Gypsum daur ulang tipe III w/p 0,9

4.2 Analisis Data

Data hasil penelitian diuji dengan menggunakan uji normalitas dan homogenitas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal dan homogen. Uji normalitas data dilakukan dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena jumlah total sampel kurang dari 50. Suatu variabel berdistribusi normal jika nilai signifikansi $p > 0,05$. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji Normalitas *Shapiro-Wilk* Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III

Shapiro-Wilk	A	B	C	D	E
Sig.	.969*	.458*	.755*	.787*	.988*

Keterangan : tanda (*) menunjukkan nilai yang signifikan

A : gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) w/p 0,4

B : gypsum daur ulang tipe III w/p 0,6

C : gypsum daur ulang tipe III w/p 0,7

D : gypsum daur ulang tipe III w/p 0,8

E : gypsum daur ulang tipe III w/p 0,9

Berdasarkan analisis pada tabel 4.2 dapat diketahui bahwa nilai p signifikansi pada semua variabel adalah lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa data dari masing-masing kelompok berdistribusi normal.

Setelah data dikatakan normal kemudian dilakukan uji homogenitas varian menggunakan uji *Levene*. Uji ini bertujuan untuk menguji ragam populasi, apakah setiap varian penelitian ini sama atau homogen. Suatu variabel homogeny jika nilai signifikansinya lebih dari 0,05 ($p > 0,05$). Hasil uji *Levene* dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Uji Homogenitas *Levene* Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6.903	4	25	.001

Berdasarkan analisis pada tabel 4.3 dapat diketahui bahwa nilai signifikansinya adalah 0,001. Hal ini menunjukkan bahwa data tersebut adalah tidak homogen karena

nilai signifikansinya lebih kecil dari 0,05. Berdasarkan hasil kedua uji di atas maka data hasil penelitian ini selanjutnya akan diuji dengan menggunakan uji statistik non-parametrik.

Selanjutnya untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan waktu setting gypsum daur ulang tipe III dengan gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) dilakukan uji *Kruskal-Wallis*. Hasil uji *Kruskal-Wallis* dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Uji *Kruskal-Wallis* Perbandingan Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III dengan Gypsum Tipe III Merk 3L (*Germany*)

Chi-Square	df	Sig.
27.871	4	.000

Berdasarkan analisis pada tabel 4.4 dapat diketahui bahwa nilai $\alpha < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa data dari masing-masing kelompok memiliki perbedaan waktu setting. Selanjutnya untuk mengetahui perbandingan waktu setting gypsum daur ulang tipe III dengan gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) dilakukan uji *Mann-Whitney*. Hasil uji *Mann-Whitney* dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji *Mann-Whitney* Hasil Uji *Kruskal-Wallis* Perbandingan Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III dengan Gypsum Tipe III Merk 3L (*Germany*)

Uji <i>Mann-Whitney</i>	A	B	C	D	E
A	-	.004*	.004*	.004*	.004*
B	.004*	-	.004*	.004*	.004*
C	.004*	.004*	-	.004*	.004*
D	.004*	.004*	.004*	-	.004*
E	.004*	.004*	.004*	.004*	-

Berdasarkan hasil uji *Mann-Whitney* pada tabel 4.5, dapat diketahui bahwa nilai signifikansi seluruh kelompok perlakuan kurang dari 0,05. Hal ini berarti terdapat perbedaan yang bermakna pada semua kelompok perlakuan.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Perbedaan Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III dengan Gypsum Tipe III Merk 3L (*Germany*)

Perbandingan air dan bubuk gypsum daur ulang dengan gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) berbeda. Hal ini dikarenakan pada saat peneliti melakukan percobaan awal, gypsum daur ulang dengan w/p 0,4 telah mengeras terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam cetakan. Peneliti telah mencoba meningkatkan perbandingan air dan bubuk gypsum daur ulang mulai dari perbandingan 0,45; 0,5; 0,55 hingga diperoleh perbandingan air dan bubuk gypsum daur ulang yang memiliki waktu pengadukan dan waktu kerja yang cukup yaitu w/p 0,6.

Waktu setting gypsum daur ulang tipe III berbeda dengan gypsum tipe III merk 3L (*Germany*). Waktu setting gypsum daur ulang tipe III lebih cepat dibandingkan dengan gypsum tipe III merk 3L (*Germany*). Hal ini nampak dalam tabel 4.1. Waktu setting gypsum daur ulang tipe III dengan w/p 0,6; 0,7; 0,8; dan 0,9 berturut-turut adalah 199.0233, 324.1000, 1384.8500, dan 1705.8917 detik. Sedangkan waktu setting gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) adalah 1349.2917 detik.

Waktu setting gypsum dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pemahaman tentang proses setting gypsum dapat menjadi dasar untuk memahami pengaruh faktor-faktor tersebut dalam mempengaruhi waktu setting gypsum. Proses setting gypsum dapat dijelaskan melalui teori kristalisasi.

Menurut teori kristalisasi, proses setting gypsum dimulai dari proses terlarutnya hemihidrat di dalam air. Ketika hemihidrat bercampur dengan air maka akan terbentuk suspensi. Kelarutan hemihidrat di dalam air lebih tinggi daripada dihidrat sehingga hemihidrat lebih larut daripada dihidrat. Sehingga terbentuk larutan jenuh hemihidrat.

Dalam kondisi inilah hemidrat akan berubah menjadi dihidrat untuk memulai proses kristalisasi. Kristal dihidrat akan mengendap karena kurang larut sehingga suspensi tidak menjadi terlalu pekat lagi. Proses ini akan terus berlangsung hingga tidak terbentuk kristal dihidrat lagi (Schierholz, 1957).

Proses setting gypsum daur ulang tipe III juga melalui proses tersebut. Namun oleh karena beberapa faktor maka terdapat perbedaan dengan waktu setting gypsum tipe III merk 3L (*Germany*). Faktor-faktor tersebut antara lain: ketidakmurnian, kehalusan, rasio W/P, pengadukan, temperatur, dan perlambatan serta percepatan (Annusavice, 2003: 162). Berikut akan dijelaskan satu persatu untuk menjelaskan perbedaan waktu setting gypsum daur ulang tipe III dengan gypsum tipe III merk 3L (*Germany*).

Ketidakmurnian yang dimaksud dalam pembahasan ini adalah masih terdapatnya kristal dihidrat dalam bubuk hemihidrat yang dibuat. Hal ini dapat terjadi mungkin proses dehidrasi dihidrat menjadi hemihidrat kurang sempurna. Ukuran partikel gypsum terlalu besar (212 mikrometer), pemanasan gypsum kurang lama dan jumlah gypsum yang dipanaskan terlalu banyak. Hal ini dapat terjadi karena keterbatasan alat. Saringan bubuk gypsum terkecil yang tersedia di Laboratorium Kimia Dasar Fakultas MIPA Universitas Jember adalah ukuran 212 mikrometer dan oven vakum yang ada tidak memungkinkan dilakukan pembakaran dengan cara diputar, sehingga proses dehidrasi dihidrat menjadi hemihidrat tidak sempurna (Amri, Amun, 2007).

Ketidakmurnian hemihidrat akan mengakibatkan nukleus kristalisasi menjadi banyak. Nukleus kristalisasi merupakan asal mula terbentuknya kristal gypsum selama proses setting gypsum. Dihidrat yang terdapat pada bubuk hemihidrat akan meningkatkan jumlah nukleus kristalisasi. Jika jumlah nukleus kristalisasi bertambah banyak maka akan mempercepat proses setting gypsum. Jadi semakin banyak dihidrat yang terdapat dalam bubuk hemihidrat maka nukleus kristalisasi akan meningkat sehingga waktu setting gypsum akan menjadi cepat (Annusavice, 2003: 162) (Yehia, dkk, 2011).

Selain faktor ketidakmurnian, faktor kehalusan partikel juga mempengaruhi waktu setting gypsum. Namun dalam kasus ini hal itu tidak berlaku. Hal itu dikarenakan ukuran partikel gypsum daur ulang tipe III lebih besar daripada ukuran partikel gypsum merk 3L (*Germany*). Secara teori semakin besar partikel maka kelarutan hemihidrat akan menurun dan nukleus kristalisasi juga akan menurun sehingga waktu setting gypsum daur ulang tipe III akan lebih lambat daripada gypsum merk 3L (*Germany*) (Annusavice, 2003: 162). Kenyataannya waktu setting gypsum merk 3L (*Germany*) lebih lambat daripada gypsum daur ulang tipe III. Oleh karena itu kehalusan partikel gypsum daur ulang tidak berpengaruh pada waktu settingnya melainkan berpengaruh pada proses dehidrasinya (Amri, Amun, 2007).

Ukuran partikel gypsum daur ulang tipe III yang besar menyebabkan proses dehidrasi dihidrat menjadi hemihidrat menjadi tidak sempurna. Ukuran partikel gypsum yang besar mengakibatkan kebutuhan energy untuk melepas molekul air terikat menjadi besar. Meskipun waktu pembakaran dan luas alas pembakaran diperlama dan diperluas tetap tidak dapat mengubah dihidrat menjadi hemihidrat secara sempurna (Amri, Amun, 2007).

Faktor rasio W/P juga mempengaruhi waktu setting gypsum daur ulang tipe III. Waktu setting gypsum daur ulang tipe III yang mendekati waktu setting gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) adalah gypsum daur ulang tipe III dengan rasio w/p 0,8. Meskipun secara statistik waktu setting gypsum daur ulang tipe III w/p 0,8 berbeda signifikan dengan gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) namun secara klinis hal itu tidak nampak. Hal itu dikarenakan perbedaan kedua kelompok tersebut hanya 35,5583 detik.

Hal ini dapat terjadi bukan karena mutu gypsum daur ulang tipe III w/p 0,8 setara dengan gypsum tipe III merk 3L (*Germany*), melainkan sebaliknya. Gypsum daur ulang tipe III lebih jelek dari gypsum tipe III merk 3L (*Germany*). Waktu setting gypsum daur ulang tipe III dipengaruhi oleh rasio w/p. Semakin besar rasio w/p maka jumlah nukleus kristalisasi tiap satuan volume akan berkurang maka waktu setting menjadi lebih panjang. Oleh karena itu gypsum daur ulang tipe III memiliki waktu

setting klinis yang hampir sama dengan gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) (O'Brien, 2002: 42).

Efek pengadukan dan temperatur suhu air terhadap waktu setting gypsum daur ulang tidak akan dibahas karena telah menjadi variabel kontrol. Sedangkan kandungan percepatan dan perlambatan dalam sampel akan diasumsikan sama karena berasal dari pabrikan yang sama pula.

Menurut ADA, waktu setting gypsum tipe III dengan rasio W:P 0,28-0,30 sekitar 12 ± 4 menit. Namun pada penelitian ini, gypsum merk 3L (*Germany*) dan gypsum daur ulang memiliki perbedaan dengan waktu setting gypsum tipe III menurut ADA. Gypsum merk 3L (*Germany*) memiliki waktu setting 22,4882 menit sedangkan gypsum daur ulang yang mendekati waktu setting gypsum merk 3L (*Germany*) yaitu 23,0808 menit. Hal ini dikarenakan rasio W:P antara gypsum tipe III menurut ADA dan gypsum merk 3L (*Germany*) serta gypsum daur ulang dalam penelitian ini. Rasio W:P gypsum tipe III menurut ADA lebih kecil daripada rasio W:P gypsum merk 3L (*Germany*) atau gypsum daur ulang. Oleh karena itu waktu setting gypsum tipe III menurut ADA lebih cepat dibandingkan waktu setting gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) atau gypsum daur ulang.

Selain itu, perbedaan temperatur pada waktu penelitian juga mempengaruhi kecepatan waktu setting gypsum. Penelitian ADA dilakukan di negeri Amerika yang bersuhu dingin sedangkan penelitian saya dilakukan di Surabaya yang bersuhu panas. Peningkatan temperatur air yang digunakan dalam pencampuran gypsum mempengaruhi waktu setting gypsum (Annusavice, 2003: 162). Semakin panas suhu air yang digunakan semakin lama waktu setting gypsum. Oleh karena itu waktu setting gypsum merk 3L (*Germany*) dan gypsum daur ulang tipe III dalam penelitian ini lebih lambat daripada waktu setting gypsum tipe III menurut ADA.

4.3.2 Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III

Pengukuran waktu setting gypsum daur ulang tipe III dalam penelitian ini menggunakan metode uji jarum Vicat. Uji jarum Vicat merupakan suatu uji waktu

setting gypsum dengan menggunakan jarum berdiameter 1 mm dan dengan berat 300gr yang dipenetrasikan ke dalam adonan gypsum di dalam wadah tabung silindris tiap satuan waktu (Craig dan Marcus, 2002: 398).

Sesuai dengan penjelasan di atas, waktu gypsum daur ulang tipe III telah diukur. Hasil pengukuran waktu setting gypsum daur ulang tipe III dengan berbagai variasi rasio air dan bubuk dapat dilihat pada tabel 4.1. Pada tabel tersebut ditampilkan rata-rata waktu setting gypsum daur ulang tipe III.

Pada tabel 4.1 nampak bahwa waktu setting gypsum daur ulang tipe III bervariasi tergantung dengan rasio air dan bubuk gypsum yang digunakan. Semakin besar rasio air dan bubuk maka waktu setting gypsum daur ulang tipe III semakin panjang.

Waktu setting terbesar gypsum daur ulang tipe III diperoleh dari perbandingan air dan bubuk 0,9 yaitu $1705,8917 \pm 3,72937$ detik (28,4315 menit). Sedangkan waktu gypsum daur ulang tipe III terkecil diperoleh dari perbandingan air dan bubuk 0,6 yaitu $199,0233 \pm 2,44932$ detik (3,3171 menit). Namun waktu setting gypsum daur ulang tipe III yang paling mendekati waktu setting gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) adalah gypsum daur ulang tipe III dengan perbandingan air dan bubuk 0,8 yaitu $1384,8500 \pm 3,67148$ detik (23,0808 menit).

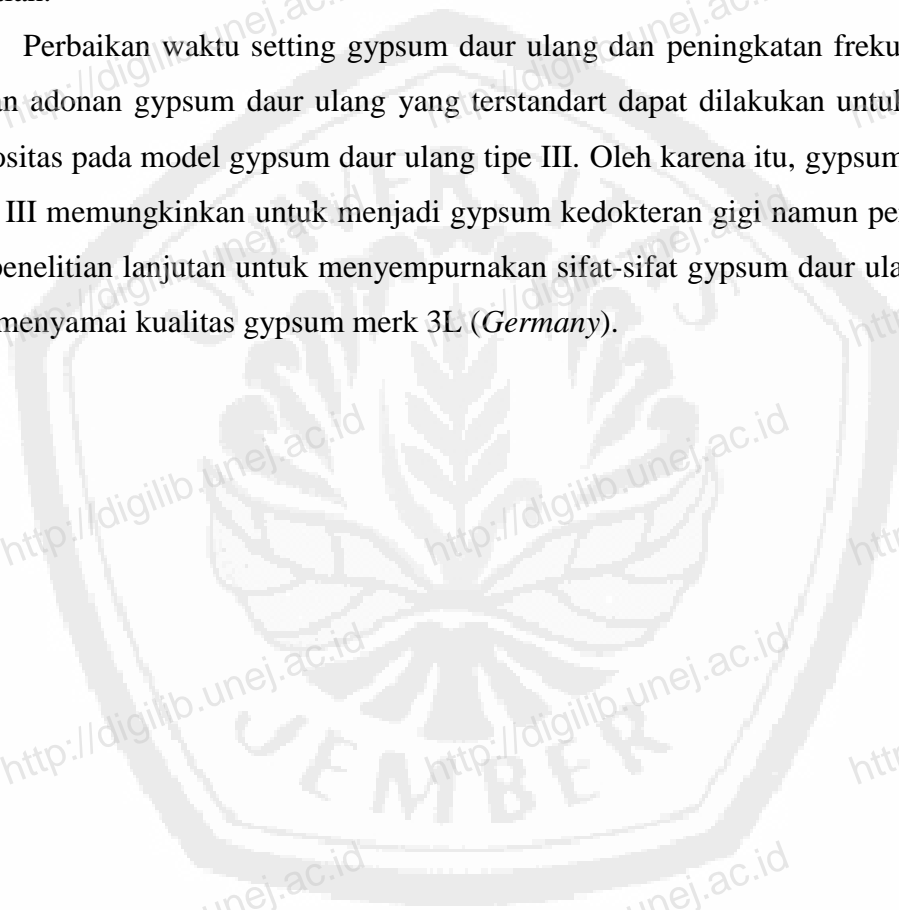
4.3.3 Gypsum Daur Ulang Dapat Diolah Menjadi Gypsum Kedokteran Gigi

Gypsum kedokteran gigi memiliki beberapa kriteria dasar yaitu waktu setting, ketepatan dimensi dan kekerasan. Meskipun setiap gypsum memiliki kriteria yang berbeda-beda, kriteria dasar tersebut harus dimiliki setiap gypsum kedokteran gigi.

Secara klinis, gypsum daur ulang tipe III dapat setting dengan baik. Namun waktu setting gypsum daur ulang tipe III kurang baik. Waktu setting gypsum daur ulang lebih cepat daripada gypsum tipe III merk 3L (*Germany*). Hal ini dikarenakan pemrosesan gypsum daur ulang yang belum tepat. Perbaikan proses daur ulang gypsum tipe III perlu dilakukan untuk mendapat hasil yang lebih baik.

Selain itu model gypsum daur ulang tipe III memiliki kelemahan yaitu porositi. Model gypsum yang terbentuk memiliki porositas yang tinggi. Hal ini dikarenakan ada gelembung-gelembung udara yang terjebak. Peneliti tidak menstandartkan frekuensi pengetukan sehingga porositi yang terbentuk tidak dapat dipastikan sebagai tanda kualitas gypsum daur ulang yang jelek atau sebagai kesalahan dalam prosedur penelitian.

Perbaiki waktu setting gypsum daur ulang dan peningkatan frekuensi pengetukan adonan gypsum daur ulang yang terstandart dapat dilakukan untuk mengatasi porositas pada model gypsum daur ulang tipe III. Oleh karena itu, gypsum daur ulang tipe III memungkinkan untuk menjadi gypsum kedokteran gigi namun perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menyempurnakan sifat-sifat gypsum daur ulang agar dapat menyamai kualitas gypsum merk 3L (*Germany*).



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Waktu setting gypsum daur ulang tipe III lebih cepat daripada waktu setting gypsum tipe III merk 3L (*Germany*).
2. Waktu setting gypsum daur ulang tipe III tercepat adalah waktu setting gypsum daur ulang tipe III dengan w/p 0,6 yaitu 199,0233 detik (3,3171 menit), dan waktu setting gypsum daur ulang tipe III terlama adalah waktu setting gypsum daur ulang tipe III dengan w/p 0,9 yaitu 1705,8917 detik (28,4315 menit).
3. Gypsum daur ulang tipe III dapat digunakan sebagai gypsum kedokteran gigi.

5.2 Saran

1. Perlu ditingkatkan kesadaran para insan kedokteran gigi untuk mendaur-ulang gypsum kedokteran gigi.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai metode yang lebih baik untuk memperoleh gypsum daur ulang tipe III yang dapat digunakan sebagai gypsum kedokteran gigi.
3. Perlu ditambahkan retarder agar waktu setting gypsum daur ulang dapat diperlama seperti waktu setting gypsum tipe III merk 3L (*Germany*) (kontrol).
4. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mendaur-ulang gypsum kedokteran tipe lain.
5. Perlu dilakukan uji komposisi gypsum merk 3L (*Germany*) dan menyamakan komposisi gypsum daur ulang untuk mengurangi bias penelitian.

DAFTAR BACAAN

Buku

Anusavice, Kenneth J. 2003. *Phillips: Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*. Jakarta: EGC

Craigh, R. G., Power, J. M., 2002. *Restorative Dental Material., Edisi 11.*, Mosby Inc., St. Louis.

Craigh, Robert G. and Marcus L. Ward. 2002. *Restorative Dental Material Tenth Edition.*, Mosby: Michigan

Notoatmojo, S. 2005. *Metodologi Penelitian*. Edisi revisi. Jakarta: Penerbit Rineka Pustaka.

O'Brien, William J. 2002. *Dental Material and Their Selection Third Edition*. Quintessence Publishing Co, Inc: Michigan

Internet

Amri, Amun, dkk. 2007. *Pengaruh Suhu dan Ukuran Butir Terhadap Kalsinasi Batu Gamping Kab. Agam pada Proses Pembuatan Kapur Tohor*. jst.eng.unri.ac.id/index.php/jst/article/download/3/86. [10 Mei 2012].

Anonim. 2008. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. <http://bahasa.kemdiknas.go.id/kbbi/index.php>. [4 Maret 2012].

Kemenkumham. 2008. *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah*. <http://birohukum.pu.go.id/Rumah%20Negeri/UU18-2008.pdf>. [10 Mei 2012].

Lager, G.A. 1984. *A Crystallographic Study of The Low-Temperature Dehydration Products of Gypsum, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Hemihydrate $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, and γ - CaSO_4* . http://www.minsocam.org/ammin/AM69/AM69_910.pdf. [10 Mei 2012].

Schierholtz, O.J. 1957. *The Crystallization of Calcium Sulphate Dihydrate*. <http://www.nrcesearchpress.com/doi/pdf/10.1139/v58-152>. [10 Mei 2012].

Wulandari ,C. Y. dan Sukandar. 2008. *Timbulan dan Komposisi Limbah Medis Pelayanan Kesehatan Gigi Umum Perorangan (Studi Kasus Kota Bandung)*. http://www.ftsl.itb.ac.id/kk/air_waste/wp-content/uploads/2010/10/SW6-15304054-Christy-YW.pdf. [2 Maret 2012].

Yehia, N.S., dkk. 2011. *Effects of some parameters affecting the crystallization rate of calcium sulfate dihydrate in sodium chlorid solution*. http://www.jofamericanscience.org/journals/am-sci/am0706/105_5960am0706_635_644.pdf. [10 Mei 2012].

LAMPIRAN

Lampiran A. Hasil Penelitian

A.1. Pengamat I

No.	Nama Sampel	Percobaan I (detik)					
		I	II	III	IV	V	VI
1.	A	1357,89	1345,89	1376,35	1333,45	1325,34	1360,17
2.	B	194,96	203,04	200,05	198,79	199,45	205,72
3.	C	336,04	316,68	316,17	330,35	345,08	300,77
4.	D	1437,15	1380,94	1380,86	1390,07	1425,80	1376,59
5.	E	1708,29	1705,05	1702,88	1689,69	1709,98	1700,19

A.2. Pengamat II

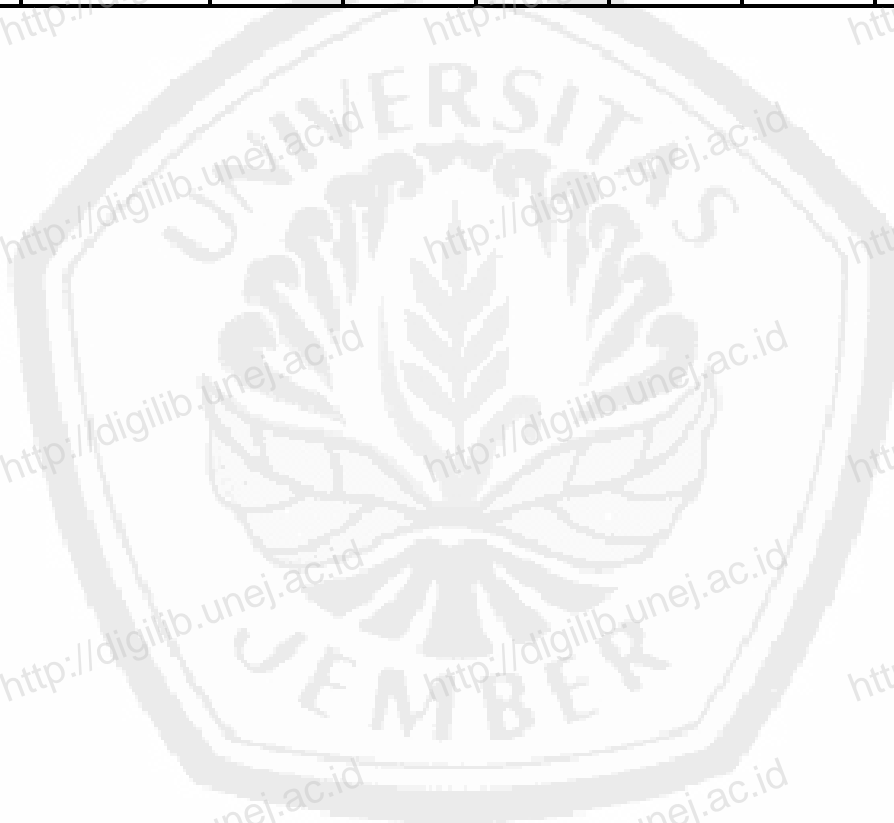
No.	Nama Sampel	Percobaan II (detik)					
		I	II	III	IV	V	VI
1.	A	1360,07	1344,56	1377,14	1335,63	1320,08	1360,41
2.	B	190,75	205,65	199,27	201,08	200,03	197,76
3.	C	330,69	320,45	318,86	327,78	341,81	306,94
4.	D	1436,91	1385,82	1377,67	1380,51	1436,74	1380,98
5.	E	1700,64	1705,34	1704,46	1698,74	1713,48	1708,27

A.3. Pengamat III

No.	Nama Sampel	Percobaan III (detik)					
		I	II	III	IV	V	VI
1.	A	1356,31	1346,5	1372,74	1340	1323,88	1350,84
2.	B	199,56	195,99	193,84	202,53	195,42	198,53
3.	C	341,18	318,49	308,62	322,48	333,65	317,76
4.	D	1438,59	1383,08	1383,75	1384,87	1455,87	1388,1
5.	E	1716,78	1698,94	1709,58	1712,98	1709,06	1711,7

A.4. Hasil Rata-Rata Pengukuran Waktu Setting

No.	Nama Sampel	Percobaan (detik)						RATA-RATA
		I	II	III	IV	V	VI	
1.	A	1358,09	1345,65	1375,41	1336,36	1323,10	1357,14	1349,29
2.	B	195,09	201,56	197,72	200,80	198,30	200,67	199,02
3.	C	335,97	318,54	314,55	326,87	340,18	308,49	324,10
4.	D	1437,55	1383,28	1380,76	1385,15	1439,47	1381,89	1401,35
5.	E	1708,57	1703,11	1705,64	1700,47	1710,84	1706,72	1705,89



Lampiran B. Analisis Data

B.1. Uji Normalitas Data Menggunakan Uji Shapiro-Wilk

Tests of Normality

kelompok	Shapiro-Wilk	
	df	Sig.
setting_time gypsum tipe 3 merk 3L w/p 0.4	6	.969
gypsum daur ulang w/p 0.6	6	.458
gypsum daur ulang w/p 0.7	6	.755
gypsum daur ulang w/p 0.8	6	.787
gypsum daur ulang w/p 0.9	6	.988

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

B.2. Uji homogenitas Data Menggunakan Uji Levene

Test of Homogeneity of Variances

setting_time

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6.903	4	25	.001

B.3. Hasil Uji Beda Menggunakan Uji Kruskal-Wallis

Ranks

kelompok	N	Mean Rank
setting_time gypsum tipe 3 merk 3L w/p 0.4	6	15.50
gypsum daur ulang w/p 0.6	6	3.50
gypsum daur ulang w/p 0.7	6	9.50
gypsum daur ulang w/p 0.8	6	21.50
gypsum daur ulang w/p 0.9	6	27.50
Total	30	

Test Statistics^{a,b}

	setting_time
Chi-Square	27.871
Df	4
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
kelompok

B.4. Hasil Uji Beda pada Masing-masing Kelompok Menggunakan Uji *Mann-Whitney*

a. Kelompok Perlakuan Gypsum Tipe III Merk 3L (Germany) w/p 0,4 dengan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,6

Ranks

kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum tipe 3 merk 3L w/p 0.4	6	9.50	57.00
gypsum daur ulang w/p 0.6	6	3.50	21.00
Total	12		

Test Statistics^b

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

b. Kelompok Perlakuan Gypsum Tipe III Merk 3L (Germany) w/p 0,4 dengan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,7

Ranks

Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum tipe 3 merk 3L w/p 0.4	6	9.50	57.00
gypsum daur ulang w/p 0.7	6	3.50	21.00
Total	12		

Test Statistics^b

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

c. Kelompok Perlakuan Gypsum Tipe III Merk 3L (Germany) w/p 0,4 dengan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,8

		Ranks		
	Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time	gypsum tipe 3 merk 3L w/p 0.4	6	3.50	21.00
	gypsum daur ulang w/p 0.8	6	9.50	57.00
	Total	12		

Test Statistics ^b	
	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

d. Kelompok Perlakuan Gypsum Tipe III Merk 3L (Germany) w/p 0,4 dengan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,9

		Ranks		
	kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time	gypsum tipe 3 merk 3L w/p 0.4	6	3.50	21.00
	gypsum daur ulang w/p 0.9	6	9.50	57.00
	Total	12		

Test Statistics ^b	
	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

e. Kelompok Perlakuan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,6 dengan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,7

		Ranks		
kelompok		N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time	gypsum daur ulang w/p 0.6	6	3.50	21.00
	gypsum daur ulang w/p 0.7	6	9.50	57.00
	Total	12		

		Test Statistics ^b	
	setting_time		
Mann-Whitney U		.000	
Wilcoxon W		21.000	
Z		-2.882	
Asymp. Sig. (2-tailed)		.004	
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]		.002 ^a	

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

f. Kelompok Perlakuan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,6 dengan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,8

		Ranks		
kelompok		N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time	gypsum daur ulang w/p 0.6	6	3.50	21.00
	gypsum daur ulang w/p 0.8	6	9.50	57.00
	Total	12		

		Test Statistics ^b	
	setting_time		
Mann-Whitney U		.000	
Wilcoxon W		21.000	
Z		-2.882	
Asymp. Sig. (2-tailed)		.004	
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]		.002 ^a	

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

g. Kelompok Perlakuan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,6 dengan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,9

		Ranks		
kelompok		N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time	gypsum daur ulang w/p 0.6	6	3.50	21.00
	gypsum daur ulang w/p 0.9	6	9.50	57.00
	Total	12		

Test Statistics ^b	
	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

h. Kelompok Perlakuan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,7 dengan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,8

		Ranks		
kelompok		N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time	gypsum daur ulang w/p 0.7	6	3.50	21.00
	gypsum daur ulang w/p 0.8	6	9.50	57.00
	Total	12		

Test Statistics ^b	
	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

i. Kelompok Perlakuan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,7 dengan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,9

Ranks

Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.7	6	3.50	21.00
gypsum daur ulang w/p 0.9	6	9.50	57.00
Total	12		

Test Statistics^b

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

j. Kelompok Perlakuan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,8 dengan Gypsum Daur Ulang Tipe III w/p 0,9

Ranks

kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.8	6	3.50	21.00
gypsum daur ulang w/p 0.9	6	9.50	57.00
Total	12		

Test Statistics^b

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

Lampiran C. Foto Alat



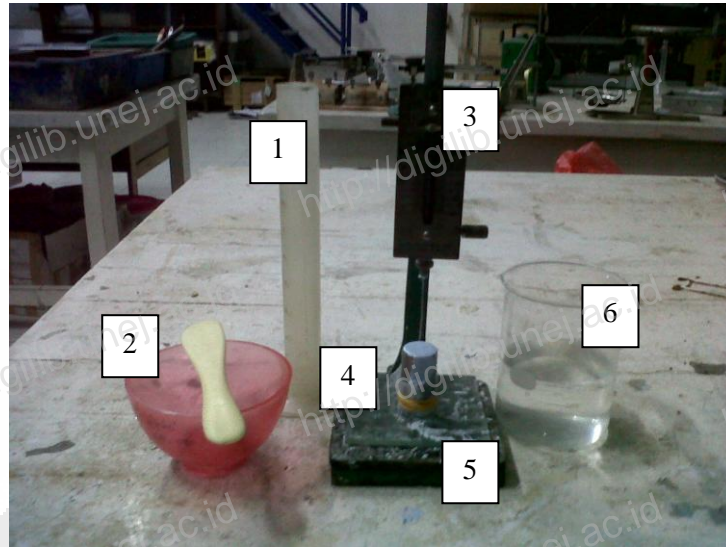
Keterangan:

1. Ayakan dengan diameter 212 mikrometer merk D-5657 HAAN/ GERMANY Laboratory test sieve (retsch) no. 70.
2. Beker glass.
3. Mortal dan alu.
4. Sendok.
5. Aluminium foil.
6. Alas pembakaran



Keterangan:

1. Oven vacuum.
2. Timbangan OHS.



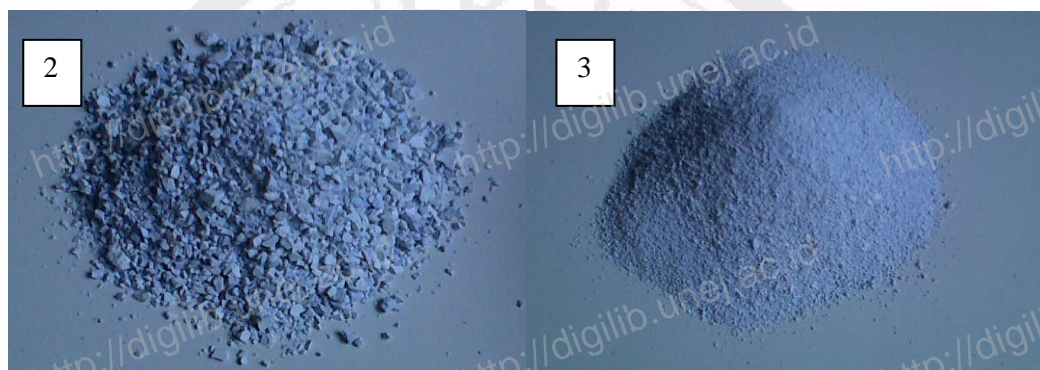
Keterangan:

1. Silinder ukur.
2. Bowl karet dan spatula.
3. Jarum Vicat penetrometer Humboldt MFG. CO. Chicago, USA.
4. Tabung silinder, kertas plastik, gelang karet dan aluminium foil.
5. Lempeng kaca.
6. Beker glass.



Keterangan:

1. Oven
2. Stopwatch

Lampiran D. Foto Bahan Penelitian

Keterangan:

1. Limbah Model Gypsum.
2. Hasil Tumbukan Kasar Limbah Model Gypsum.
3. Hasil Tumbukan Halus Limbah Model Gypsum.
4. Gypsum Tipe III Merk 3 L (*Germany*).

Lampiran E. Foto Hasil Penelitian

Keterangan:

1. Gypsum Daur Ulang Tipe III
2. Gypsum Tipe III merk 3L (*Germany*)



Keterangan:

1. Gypsum Daur Ulang Tipe III, porus
2. Gypsum Tipe III merk 3L (*Germany*), tidak porus

```

EXAMINE VARIABLES=setting_time BY kelompok
/PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT
/COMPARE GROUPS
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.

```

Explore



Notes

Output Created	28-Apr-2012 19:54:43	
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	30
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values for dependent variables are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any dependent variable or factor used.
Syntax	EXAMINE VARIABLES=setting_time BY kelompok /PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT /COMPARE GROUPS /STATISTICS DESCRIPTIVES /CINTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.	
Resources	Processor Time	00 00:00:04.493
	Elapsed Time	00 00:00:04.696

[DataSet0]

kelompok

Case Processing Summary

kelompok		Cases		
		Valid		Missing
		N	Percent	N
setting_time	gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	6	100.0%	0
	gypsum daur ulang w/p 0.6	6	100.0%	0
	gypsum daur ulang w/p 0.7	6	100.0%	0
	gypsum daur ulang w/p 0.8	6	100.0%	0
	gypsum daur ulang w/p 0.9	6	100.0%	0

Case Processing Summary

kelompok		Cases		
		Missing	Total	
			Percent	N
setting_time	gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	.0%	6	100.0%
	gypsum daur ulang w/p 0.6	.0%	6	100.0%
	gypsum daur ulang w/p 0.7	.0%	6	100.0%
	gypsum daur ulang w/p 0.8	.0%	6	100.0%
	gypsum daur ulang w/p 0.9	.0%	6	100.0%

Descriptives

kelompok			Statistic	Std. Error
setting_time	gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	Mean	1349.2917	7.50037
		95% Confidence Interval Lower Bound	1330.0113	
		for Mean Upper Bound	1368.5720	
		5% Trimmed Mean	1349.2957	
		Median	1351.3950	
		Variance	337.533	

	Std. Deviation		18.37208	
	Minimum		1323.10	
	Maximum		1375.41	
	Range		52.31	
	Interquartile Range		29.38	
	Skewness		-.058	.845
	Kurtosis		-.266	1.741
gypsum daur ulang w/p 0.6	Mean		199.0233	.99993
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	196.4529	
		Upper Bound	201.5937	
	5% Trimmed Mean		199.1009	
	Median		199.4850	
	Variance		5.999	
	Std. Deviation		2.44932	
	Minimum		195.09	
	Maximum		201.56	
	Range		6.47	
	Interquartile Range		3.93	
	Skewness		-.756	.845
	Kurtosis		-.391	1.741
gypsum daur ulang w/p 0.7	Mean		324.1000	5.07584
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	311.0521	
		Upper Bound	337.1479	
	5% Trimmed Mean		324.0739	
	Median		322.7050	
	Variance		154.585	
	Std. Deviation		12.43322	
	Minimum		308.49	
	Maximum		340.18	
	Range		31.69	
	Interquartile Range		23.99	
	Skewness		.157	.845
	Kurtosis		-1.697	1.741
gypsum daur ulang w/p 0.8	Mean		1384.8500	1.49888
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1380.9970	
		Upper Bound	1388.7030	
	5% Trimmed Mean		1384.7606	
	Median		1384.2150	

	Variance		13.480	
	Std. Deviation		3.67148	
	Minimum		1380.76	
	Maximum		1390.55	
	Range		9.79	
	Interquartile Range		6.63	
	Skewness		.636	.845
	Kurtosis		-.605	1.741
gypsum daur ulang w/p 0.9	Mean		1705.8917	1.52251
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1701.9779	
		Upper Bound	1709.8054	
	5% Trimmed Mean		1705.9180	
	Median		1706.1800	
	Variance		13.908	
	Std. Deviation		3.72937	
	Minimum		1700.47	
	Maximum		1710.84	
	Range		10.37	
	Interquartile Range		6.69	
	Skewness		-.231	.845
	Kurtosis		-.549	1.741

Tests of Normality

kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk
	Statistic	df	Sig.	Statistic
setting_time gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	.165	6	.200*	.984
gypsum daur ulang w/p 0.6	.249	6	.200*	.913
gypsum daur ulang w/p 0.7	.173	6	.200*	.952
gypsum daur ulang w/p 0.8	.166	6	.200*	.956
gypsum daur ulang w/p 0.9	.140	6	.200*	.990

Tests of Normality

kelompok	Shapiro-Wilk	
	df	Sig.
setting_time gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	6	.969
gypsum daur ulang w/p 0.6	6	.458

gypsum daur ulang w/p 0.7	6	.755
gypsum daur ulang w/p 0.8	6	.787
gypsum daur ulang w/p 0.9	6	.988

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

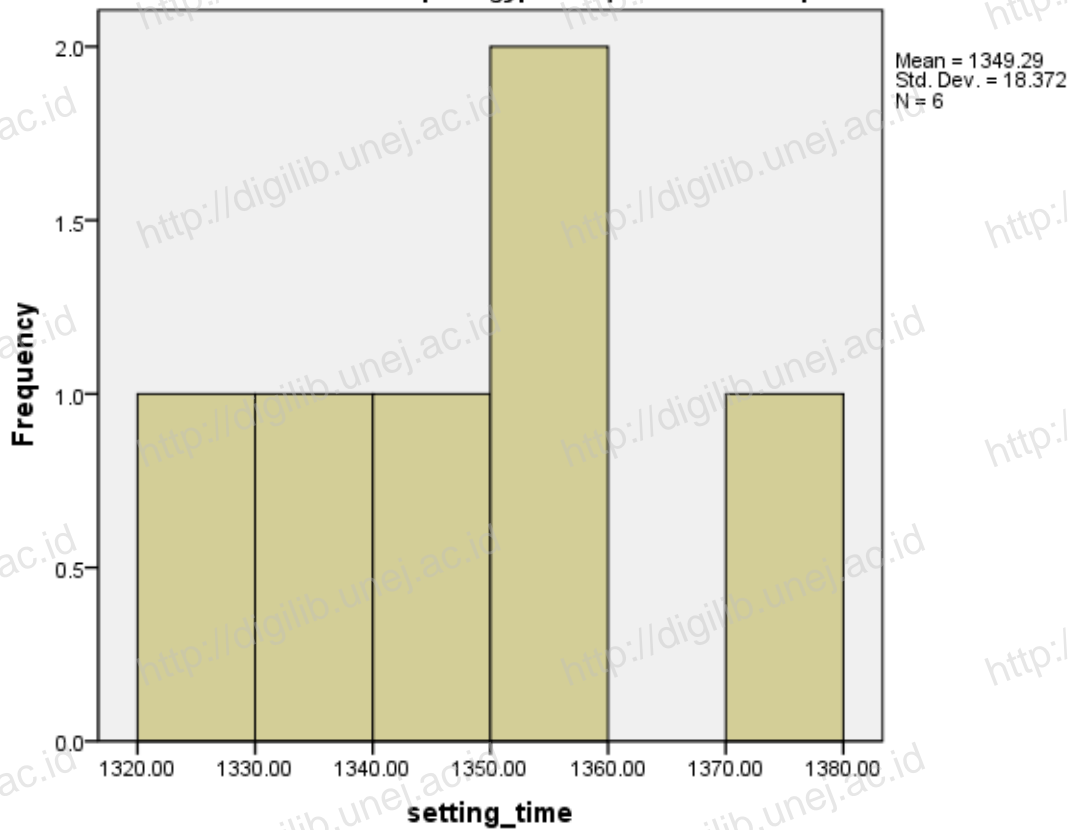
setting_time

Histograms



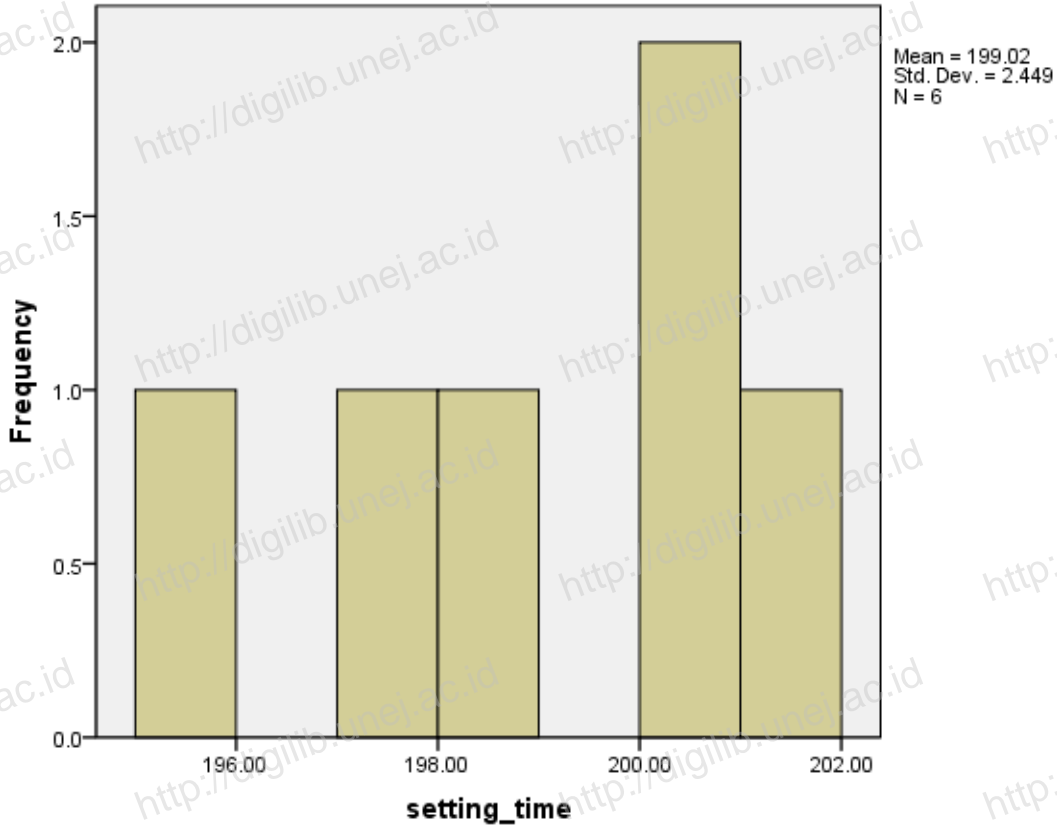
Histogram

for kelompok= gypsum tipe 3 merk 3L w/p 0.4



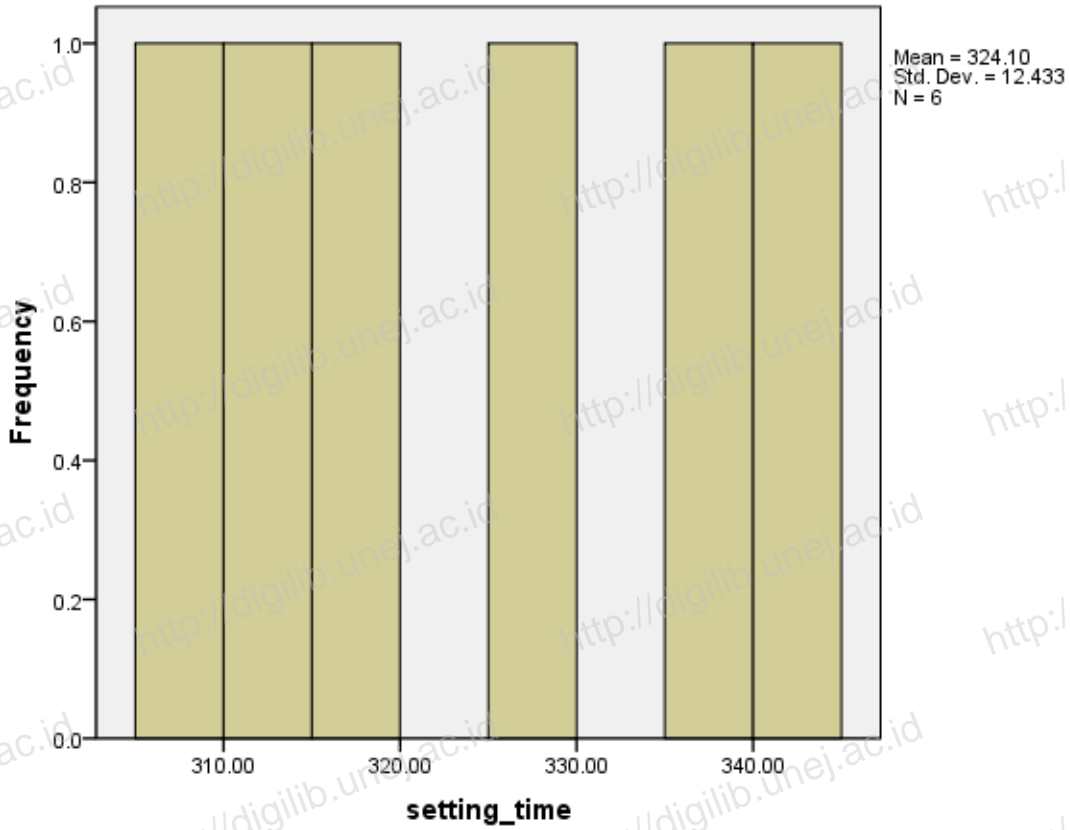
Histogram

for kelompok= gypsum daur ulang w/p 0.6



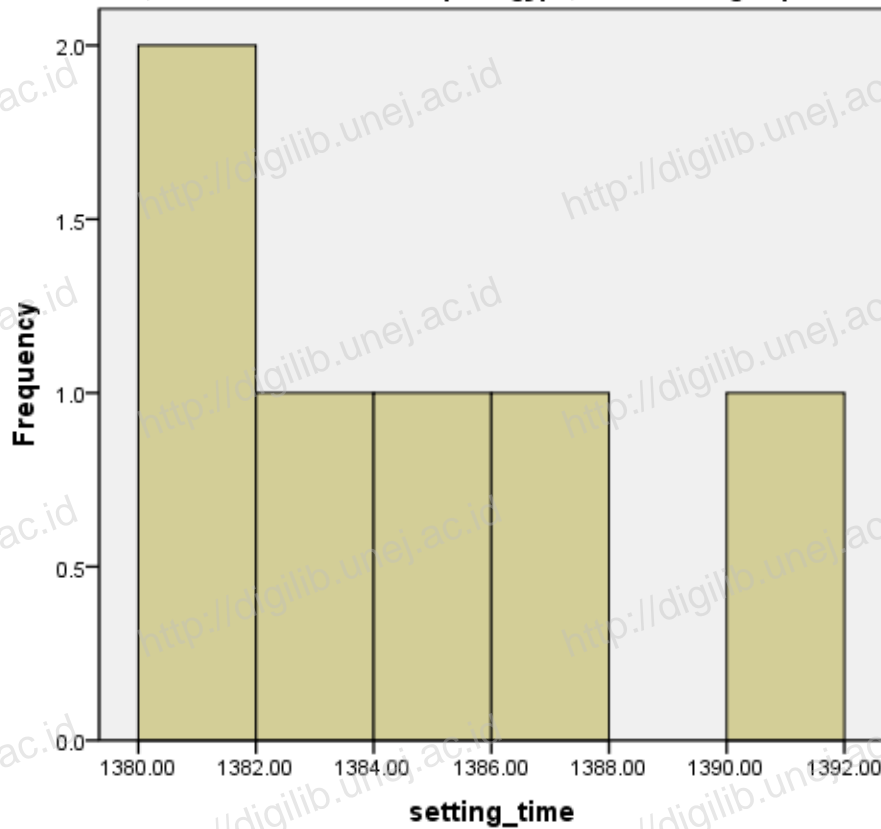
Histogram

for kelompok= gypsum daur ulang w/p 0.7



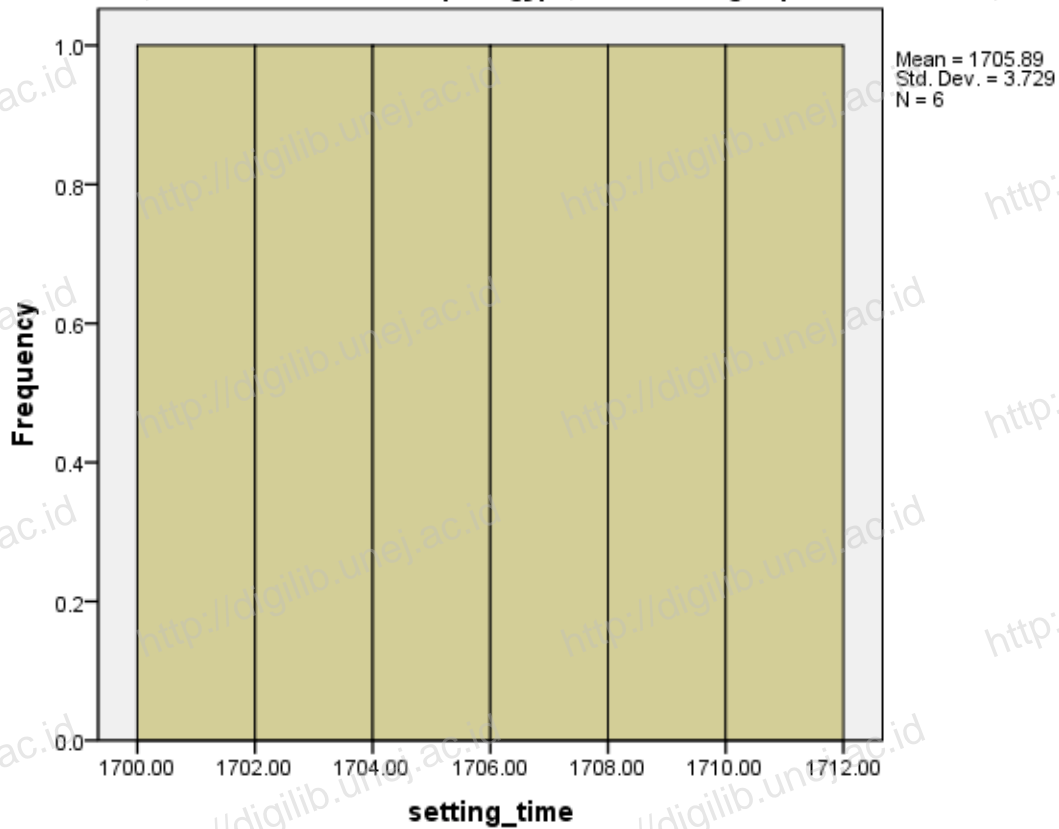
Histogram

for kelompok= gypsum daur ulang w/p 0.8



Histogram

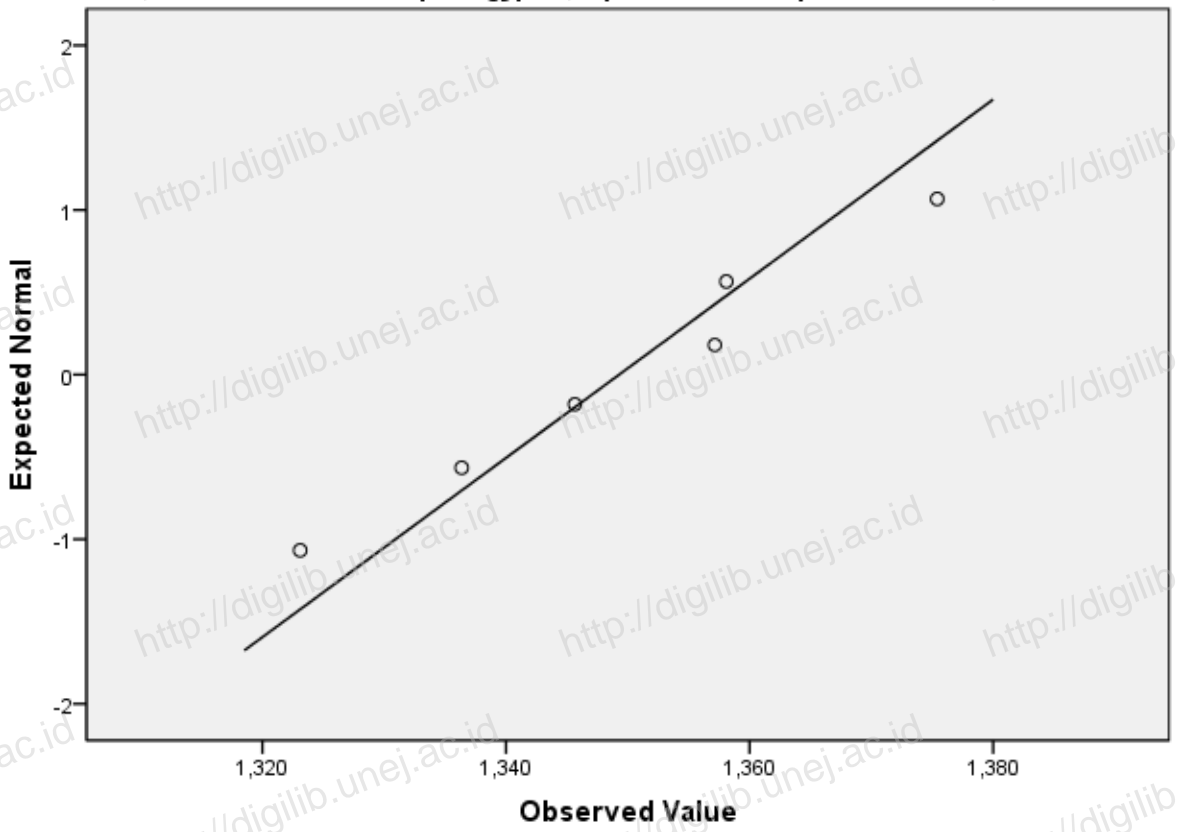
for kelompok= gypsum daur ulang w/p 0.9



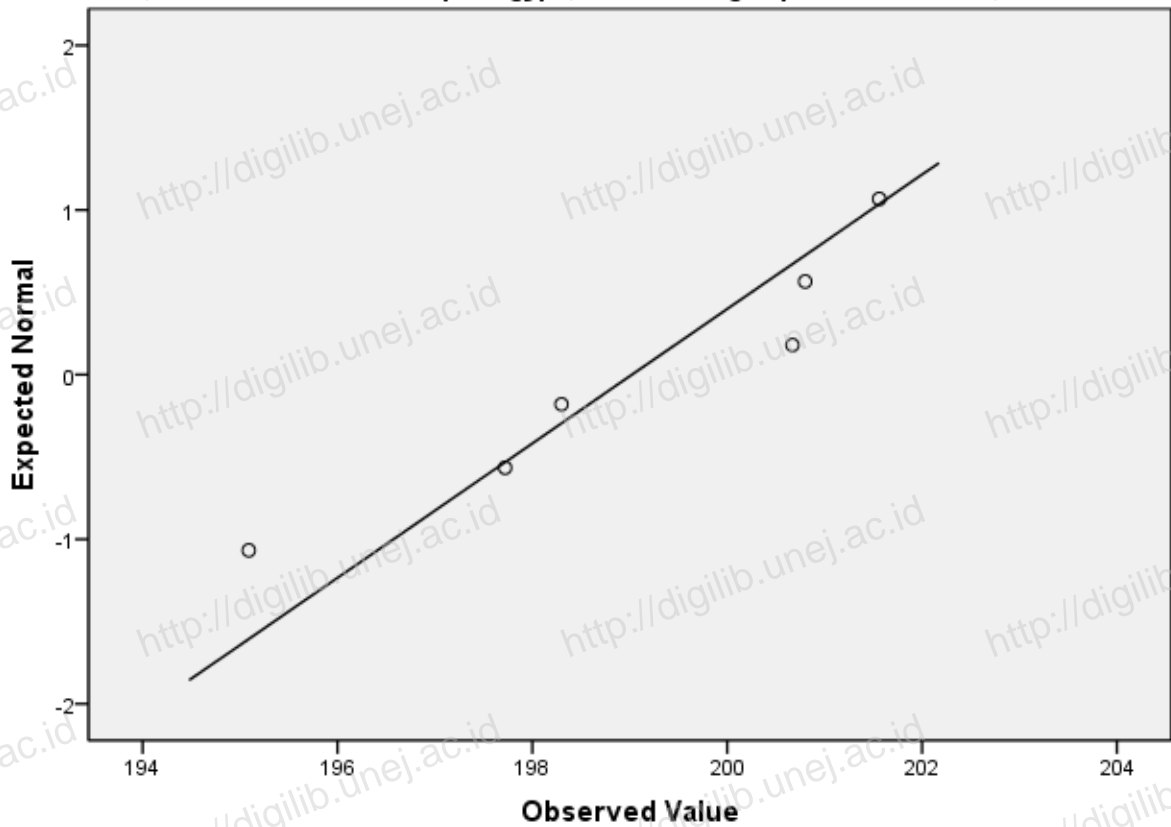
Normal Q-Q Plots



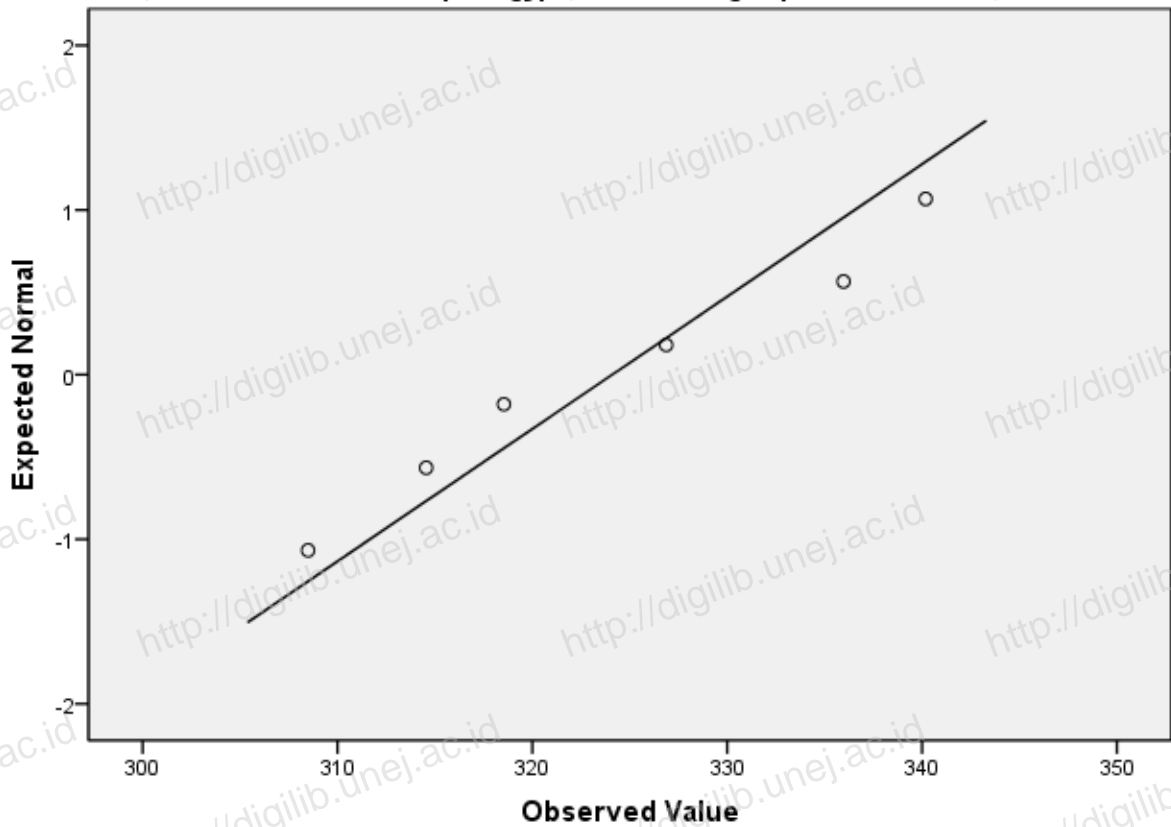
Normal Q-Q Plot of setting_time
for kelompok= gypsum tipe 3 merk 3L w/p 0.4



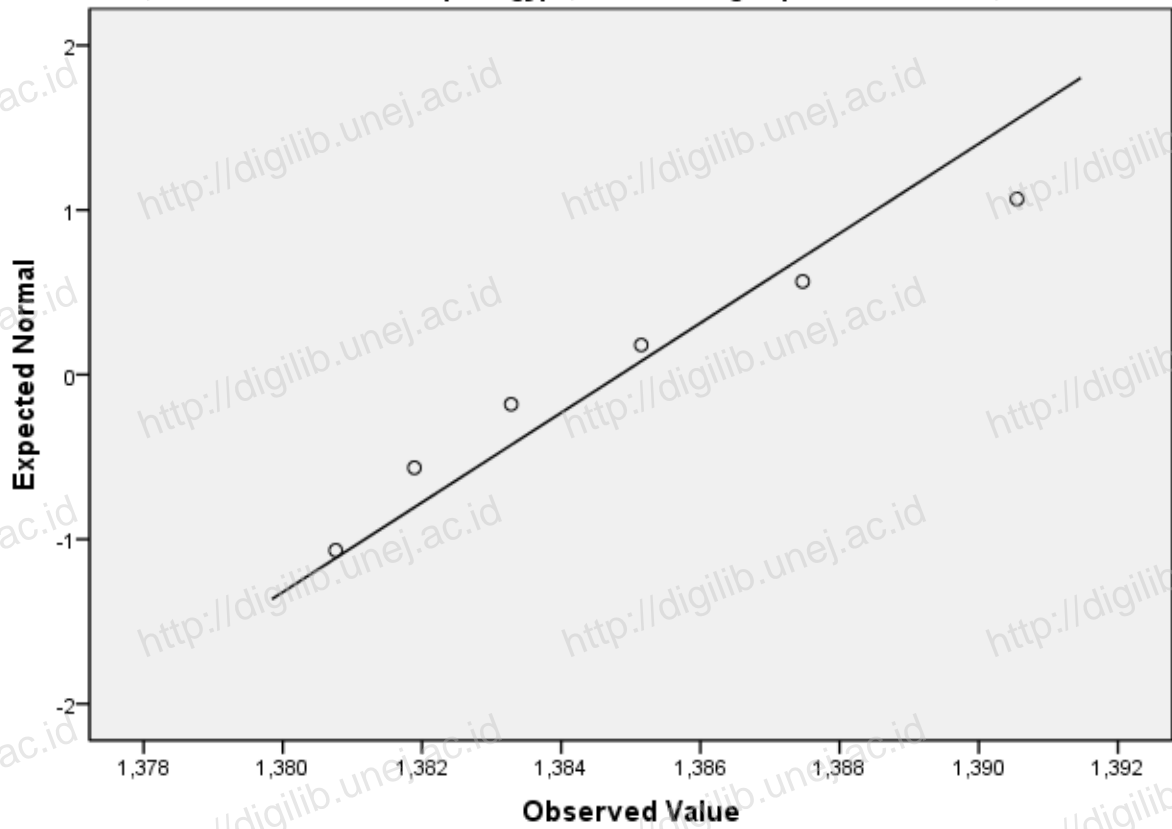
Normal Q-Q Plot of setting_time
for kelompok= gypsum daur ulang w/p 0.6



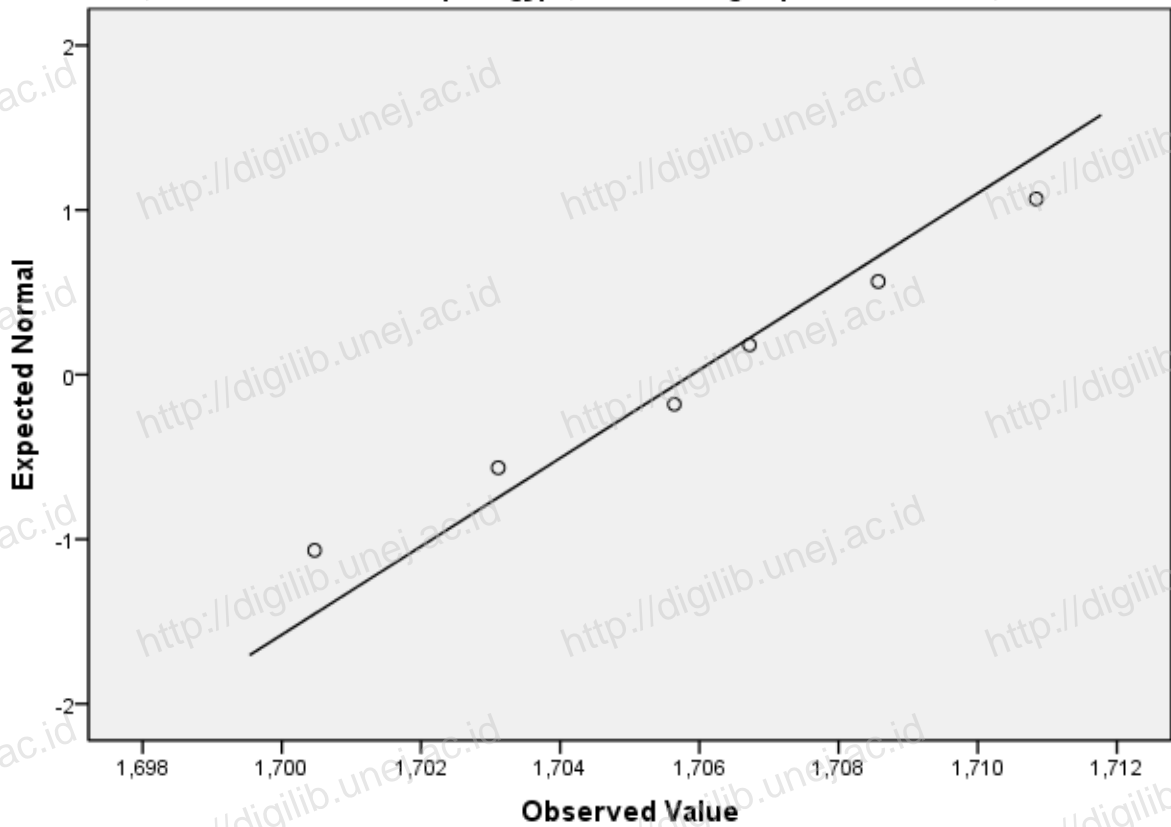
Normal Q-Q Plot of setting_time
for kelompok= gypsum daur ulang w/p 0.7



Normal Q-Q Plot of setting_time
for kelompok= gypsum daur ulang w/p 0.8

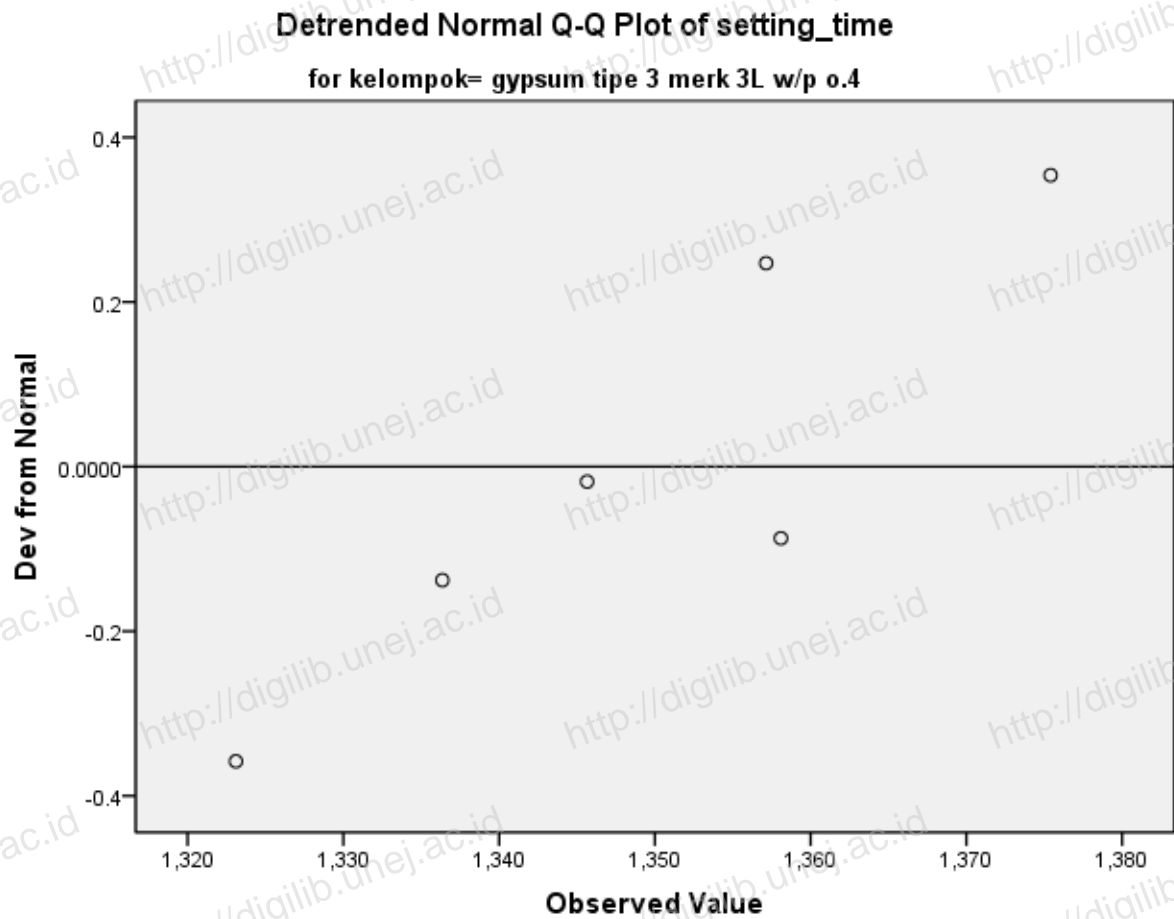


Normal Q-Q Plot of setting_time
for kelompok= gypsum daur ulang w/p 0.9

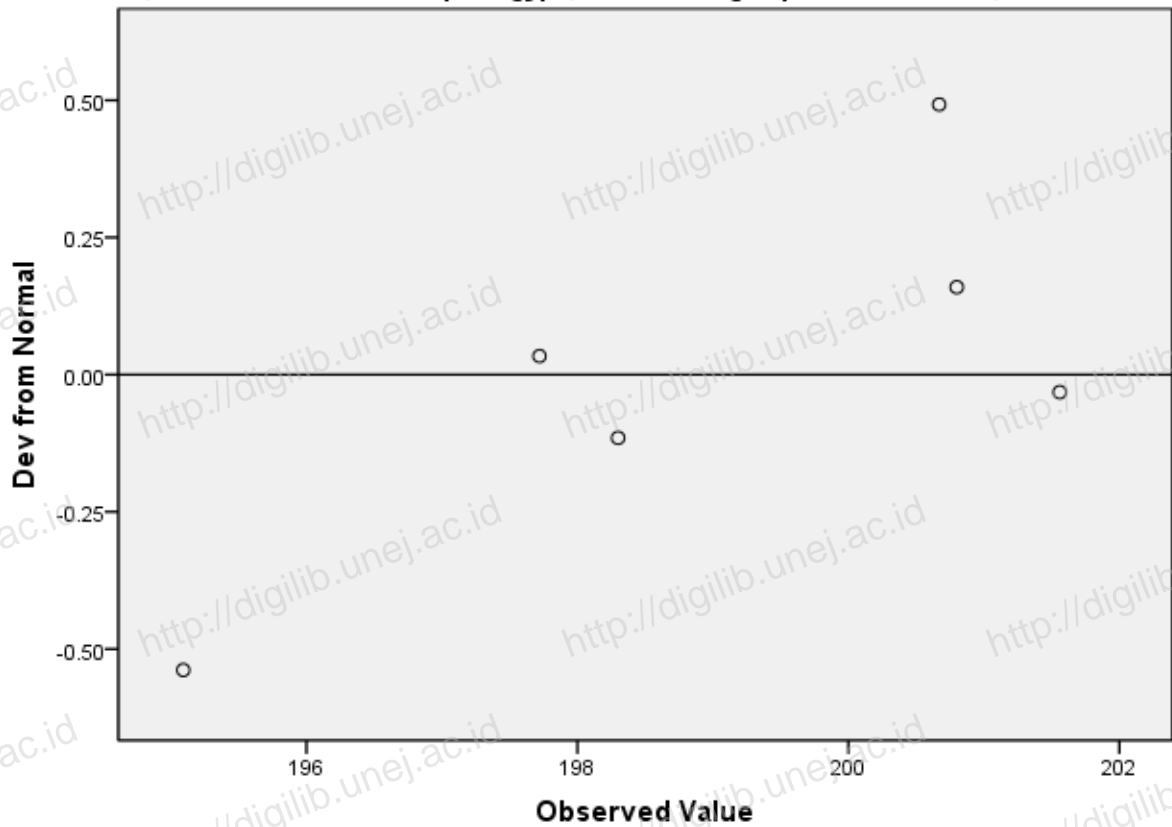


Detrended Normal Q-Q Plots

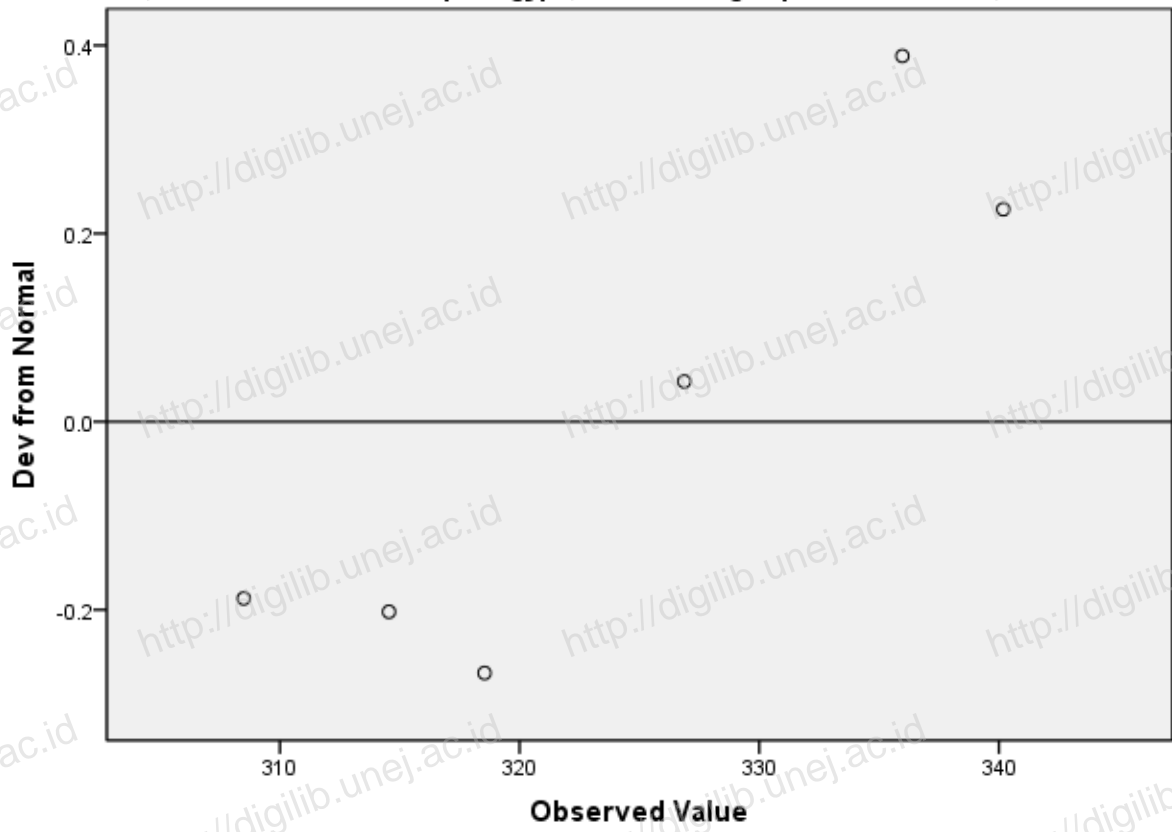




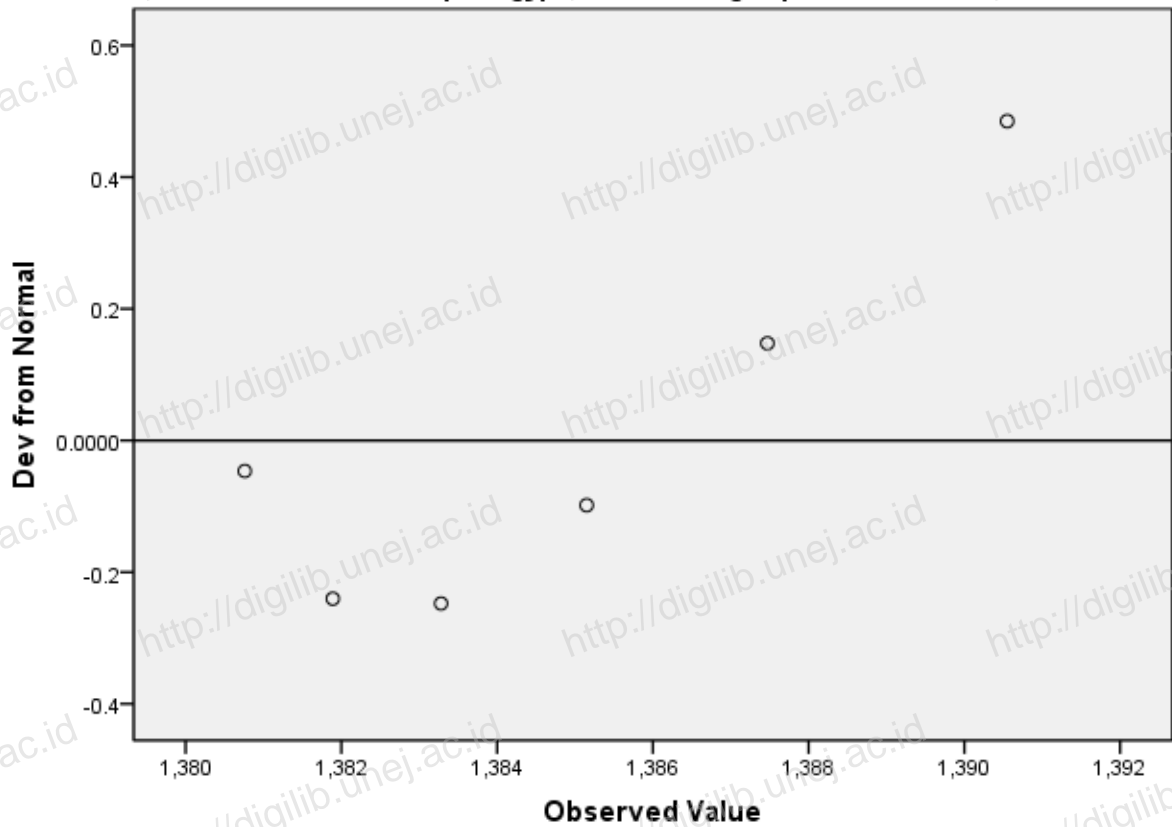
Detrended Normal Q-Q Plot of setting_time
for kelompok= gypsum daur ulang w/p 0.6



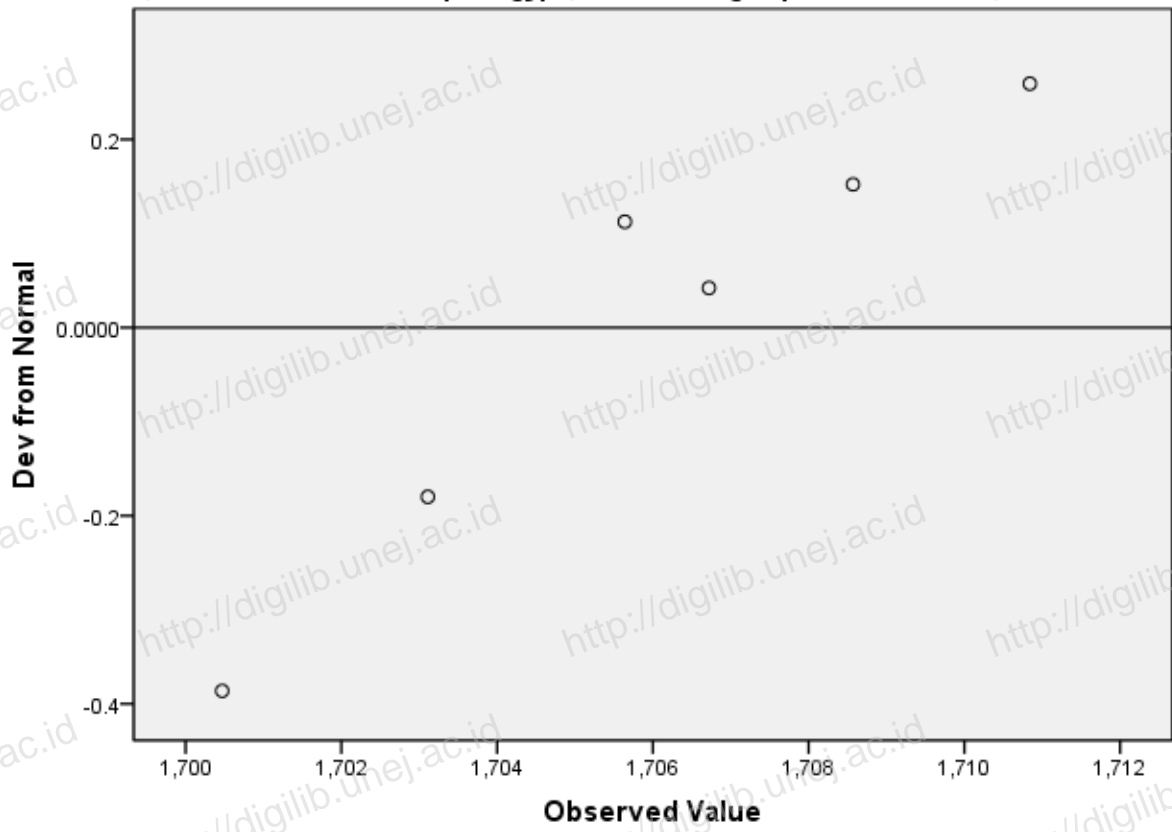
Detrended Normal Q-Q Plot of setting_time
for kelompok= gypsum daur ulang w/p 0.7

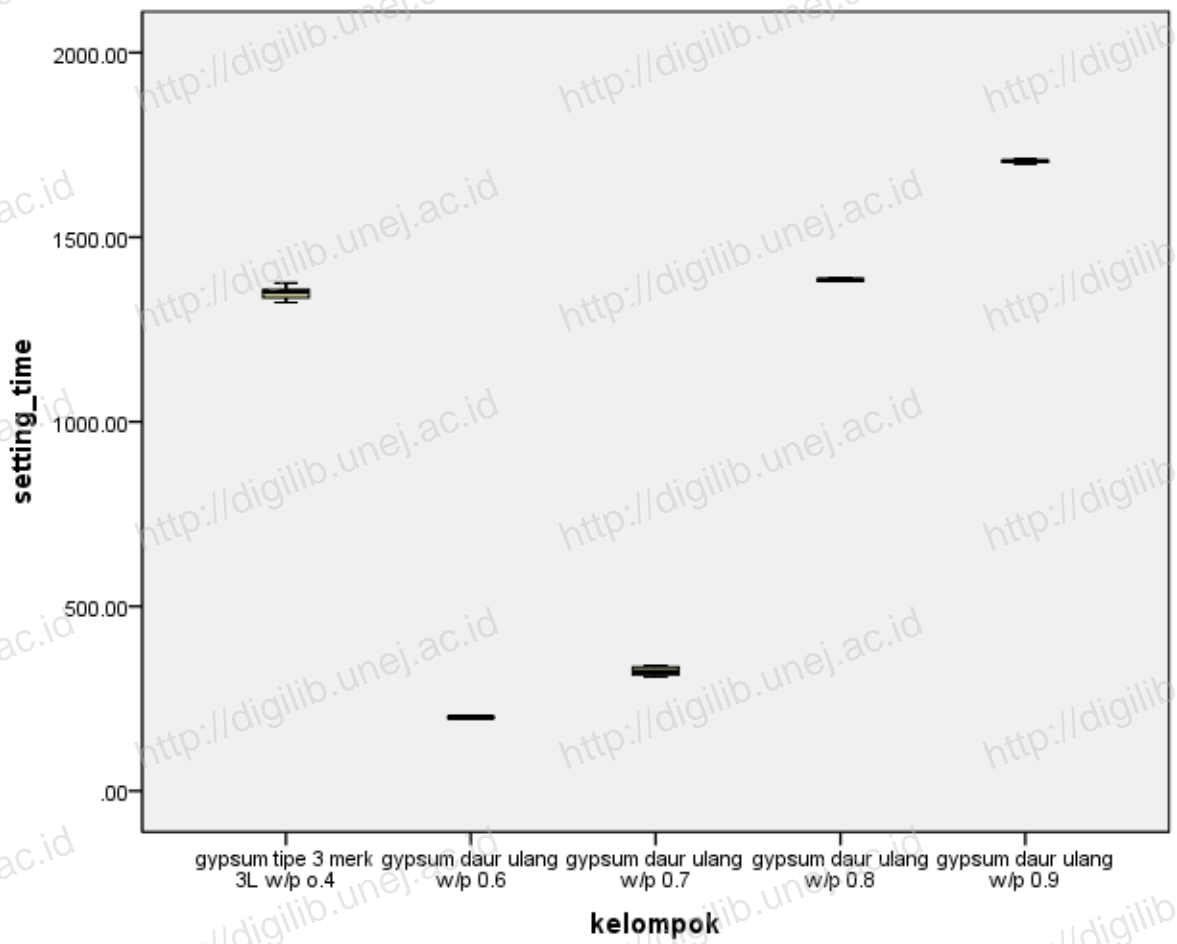


Detrended Normal Q-Q Plot of setting_time
for kelompok= gypsum daur ulang w/p 0.8



Detrended Normal Q-Q Plot of setting_time
for kelompok= gypsum daur ulang w/p 0.9





```

NPAR TESTS
  /M-W= setting_time BY kelompok(1 2)
  /MISSING ANALYSIS.

```

NPar Tests

Notes	
Output Created	28-Apr-2012 20:02:55
Comments	
Input	Active Dataset DataSet0 Filter <none> Weight <none> Split File <none> N of Rows in Working Data 30 File
Missing Value Handling	Definition of Missing User-defined missing values are treated as missing. Cases Used Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /M-W= setting_time BY kelompok(1 2) /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time 00 00:00:00.016 Elapsed Time 00 00:00:00.030 Number of Cases Allowed ^a 112347

a. Based on availability of workspace memory.

[DataSet0]

Mann-Whitney Test

Ranks

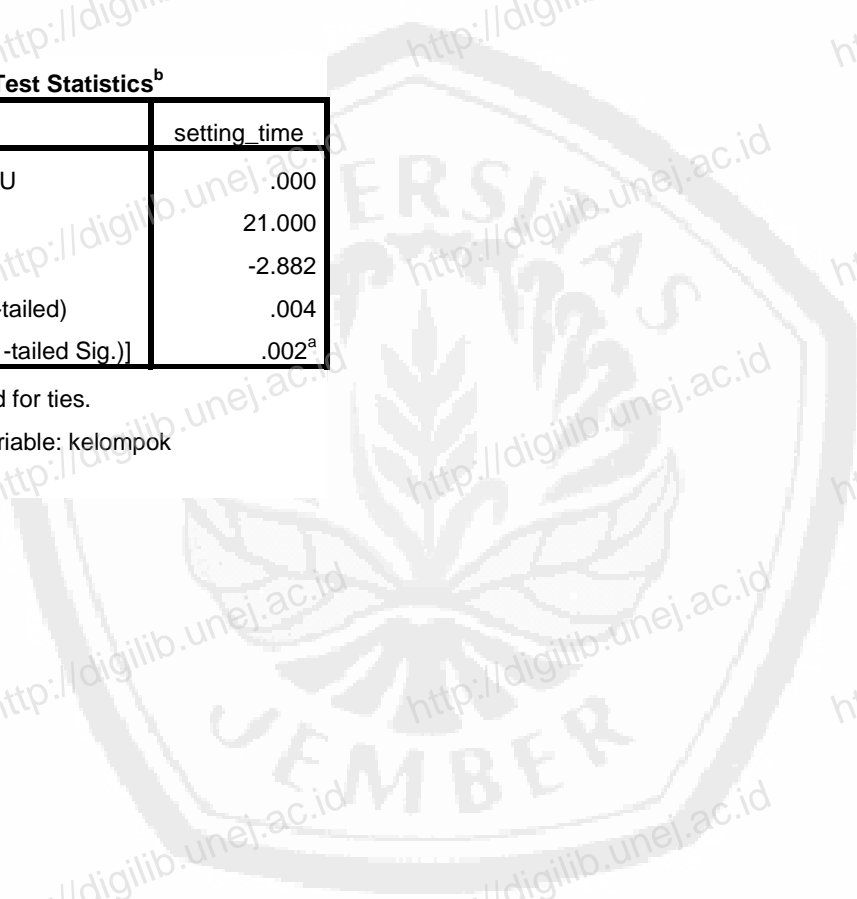
kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	6	9.50	57.00
gypsum daur ulang w/p 0.6	6	3.50	21.00
Total	12		

Test Statistics^b

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok



```

NPAR TESTS
  /M-W= setting_time BY kelompok(1 3)
  /MISSING ANALYSIS.

```

NPar Tests

Notes	
Output Created	28-Apr-2012 20:04:39
Comments	
Input	Active Dataset DataSet0 Filter <none> Weight <none> Split File <none> N of Rows in Working Data 30 File
Missing Value Handling	Definition of Missing User-defined missing values are treated as missing. Cases Used Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /M-W= setting_time BY kelompok(1 3) /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time 00 00:00:00.015 Elapsed Time 00 00:00:00.017 Number of Cases Allowed ^a 112347

a. Based on availability of workspace memory.

[DataSet0]

Mann-Whitney Test

Ranks

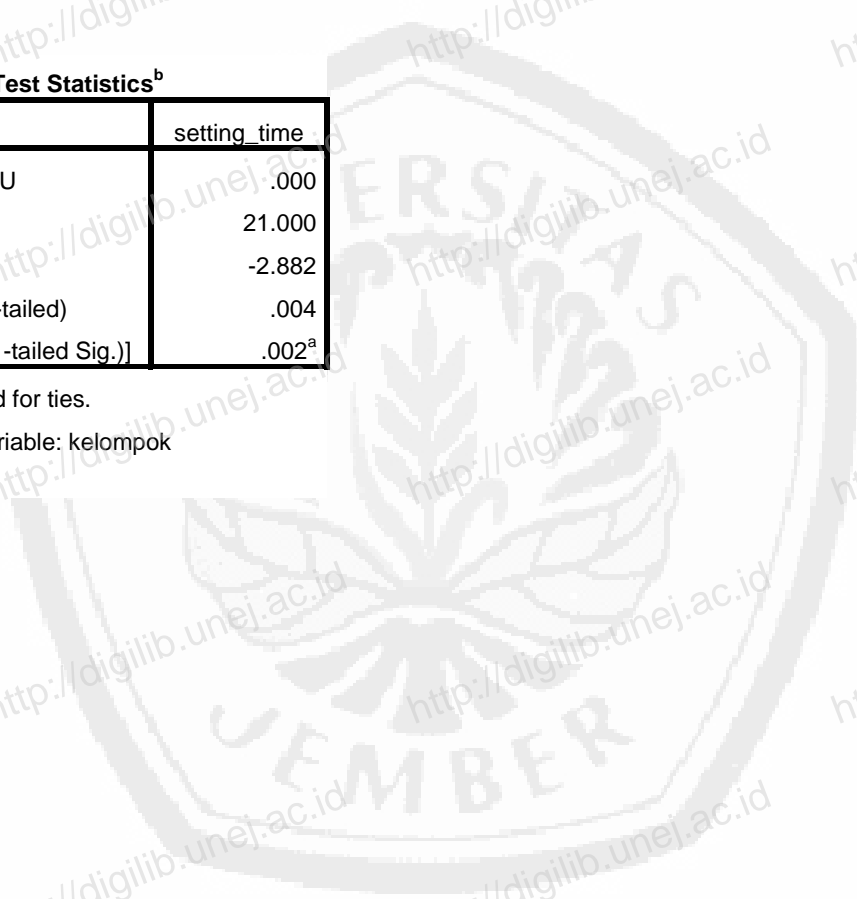
kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	6	9.50	57.00
gypsum daur ulang w/p 0.7	6	3.50	21.00
Total	12		

Test Statistics^b

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok



```

NPAR TESTS
  /M-W= setting_time BY kelompok(1 4)
  /MISSING ANALYSIS.

```

NPar Tests

Notes	
Output Created	28-Apr-2012 20:05:28
Comments	
Input	Active Dataset DataSet0 Filter <none> Weight <none> Split File <none> N of Rows in Working Data 30 File
Missing Value Handling	Definition of Missing User-defined missing values are treated as missing. Cases Used Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /M-W= setting_time BY kelompok(1 4) /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time 00 00:00:00.016 Elapsed Time 00 00:00:00.016 Number of Cases Allowed ^a 112347

a. Based on availability of workspace memory.

[DataSet0]

Mann-Whitney Test

Ranks

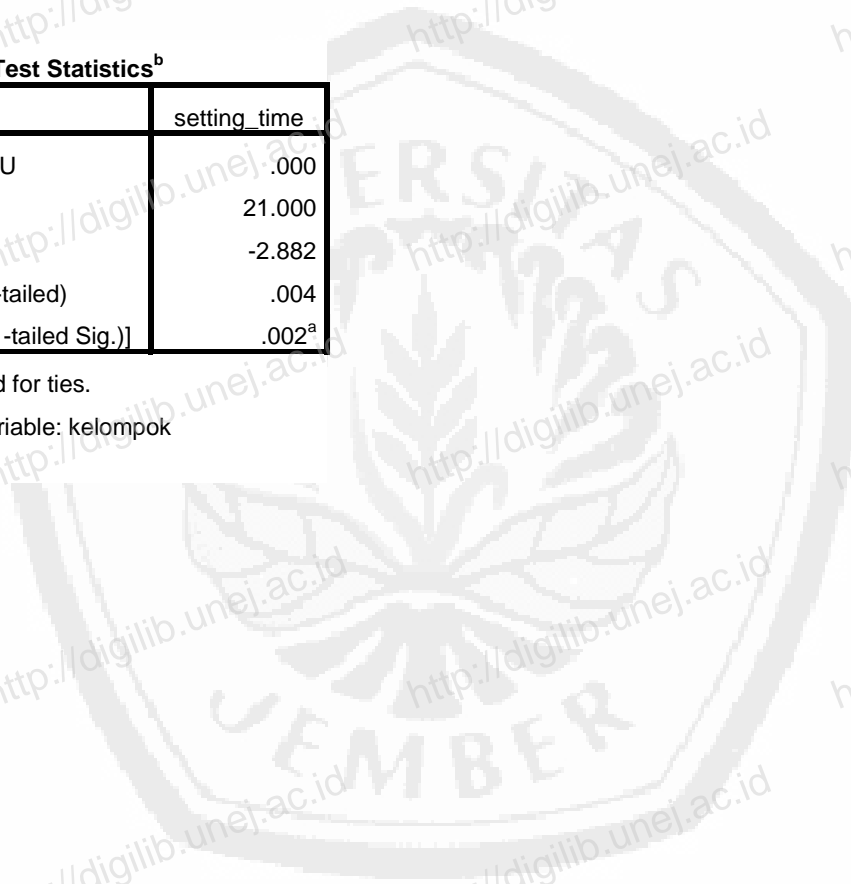
kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	6	3.50	21.00
gypsum daur ulang w/p 0.8	6	9.50	57.00
Total	12		

Test Statistics^b

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok



```

NPAR TESTS
  /M-W= setting_time BY kelompok(1 5)
  /MISSING ANALYSIS.

```

NPar Tests

Notes	
Output Created	28-Apr-2012 20:06:41
Comments	
Input	Active Dataset DataSet0 Filter <none> Weight <none> Split File <none> N of Rows in Working Data 30 File
Missing Value Handling	Definition of Missing User-defined missing values are treated as missing. Cases Used Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /M-W= setting_time BY kelompok(1 5) /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time 00 00:00:00.000 Elapsed Time 00 00:00:00.000 Number of Cases Allowed ^a 112347

a. Based on availability of workspace memory.

[DataSet0]

Mann-Whitney Test

Ranks

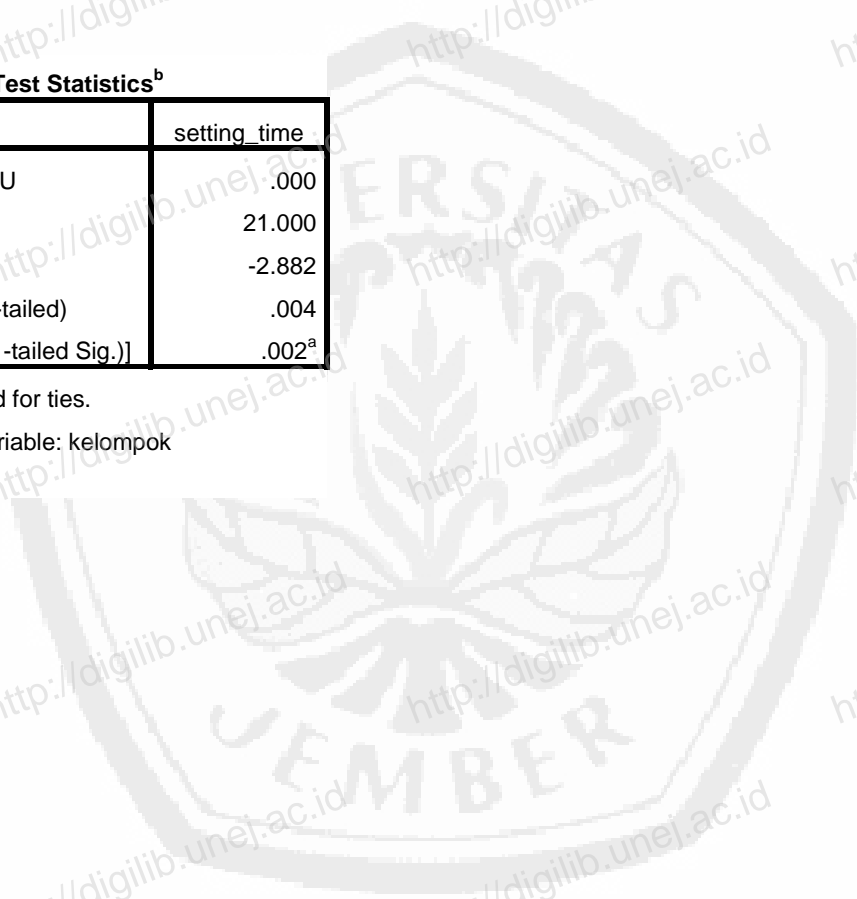
kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	6	3.50	21.00
gypsum daur ulang w/p 0.9	6	9.50	57.00
Total	12		

Test Statistics^b

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok



```

NPAR TESTS
  /M-W= setting_time BY kelompok(2 3)
  /MISSING ANALYSIS.

```

NPar Tests

Notes	
Output Created	28-Apr-2012 20:07:54
Comments	
Input	Active Dataset DataSet0 Filter <none> Weight <none> Split File <none> N of Rows in Working Data 30 File
Missing Value Handling	Definition of Missing User-defined missing values are treated as missing. Cases Used Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /M-W= setting_time BY kelompok(2 3) /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time 00 00:00:00.016 Elapsed Time 00 00:00:00.016 Number of Cases Allowed ^a 112347

a. Based on availability of workspace memory.

[DataSet0]

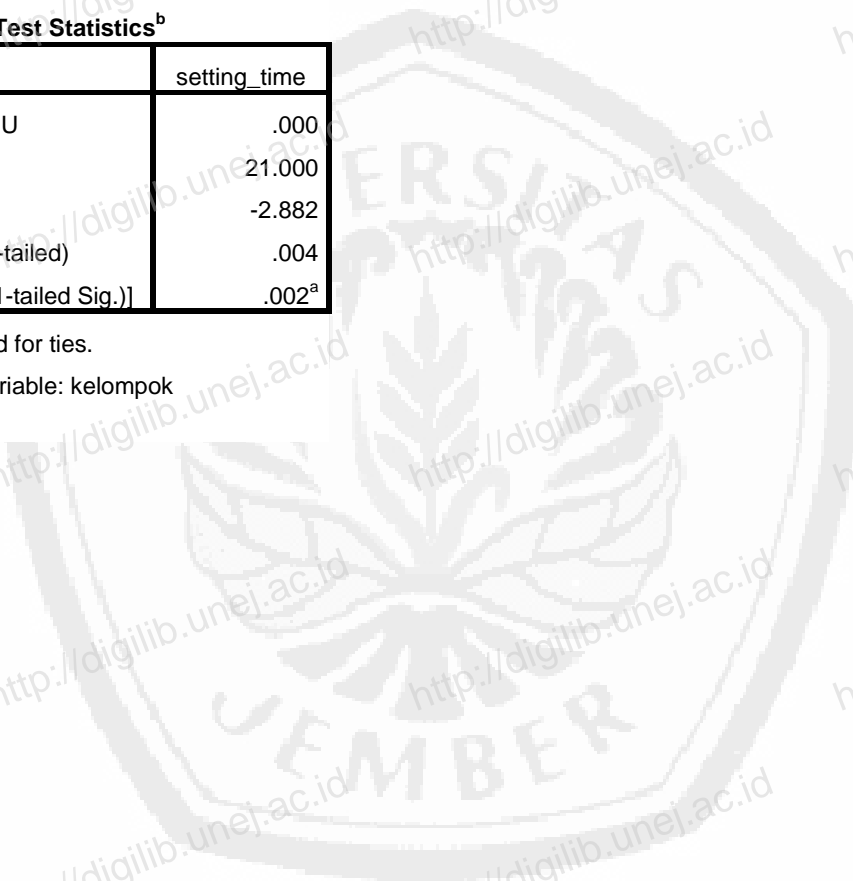
Mann-Whitney Test

kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.6	6	3.50	21.00
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.7	6	9.50	57.00
Total	12		

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok



```

NPAR TESTS
  /M-W= setting_time BY kelompok(2 4)
  /MISSING ANALYSIS.

```

NPar Tests

Notes	
Output Created	28-Apr-2012 20:08:33
Comments	
Input	Active Dataset DataSet0 Filter <none> Weight <none> Split File <none> N of Rows in Working Data 30 File
Missing Value Handling	Definition of Missing User-defined missing values are treated as missing. Cases Used Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /M-W= setting_time BY kelompok(2 4) /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time 00 00:00:00.016 Elapsed Time 00 00:00:00.016 Number of Cases Allowed ^a 112347

a. Based on availability of workspace memory.

[DataSet0]

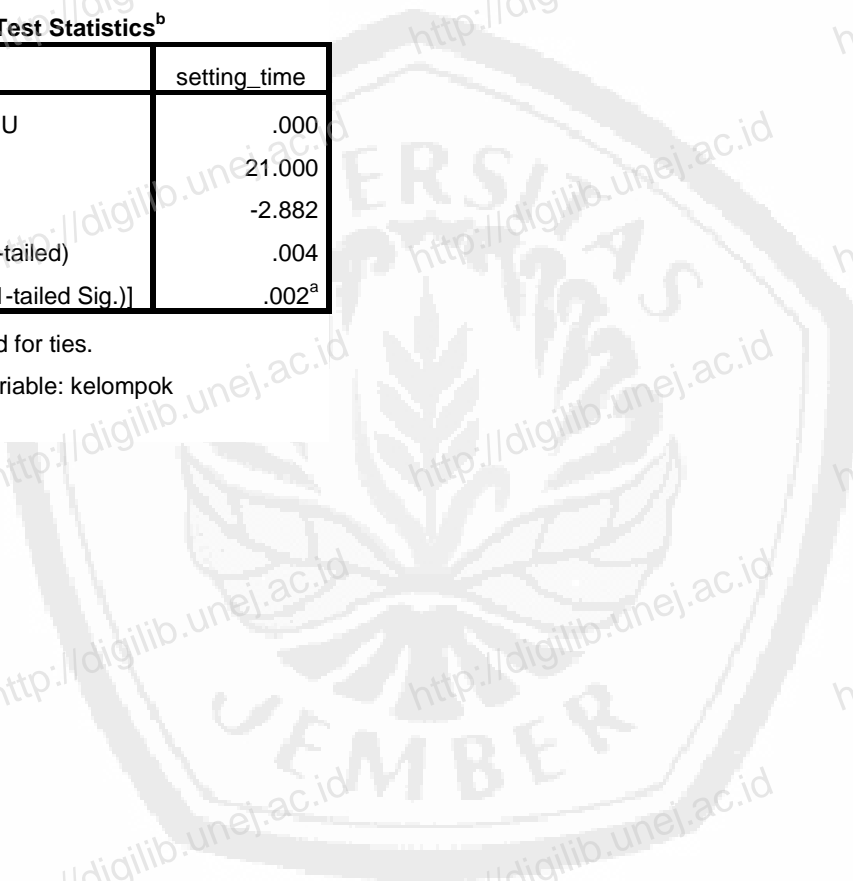
Mann-Whitney Test

kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.6	6	3.50	21.00
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.8	6	9.50	57.00
Total	12		

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok



```

NPAR TESTS
  /M-W= setting_time BY kelompok(2 5)
  /MISSING ANALYSIS.

```

NPar Tests

Notes	
Output Created	28-Apr-2012 20:09:24
Comments	
Input	Active Dataset DataSet0 Filter <none> Weight <none> Split File <none> N of Rows in Working Data 30 File
Missing Value Handling	Definition of Missing User-defined missing values are treated as missing. Cases Used Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /M-W= setting_time BY kelompok(2 5) /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time 00 00:00:00.016 Elapsed Time 00 00:00:00.016 Number of Cases Allowed ^a 112347

a. Based on availability of workspace memory.

[DataSet0]

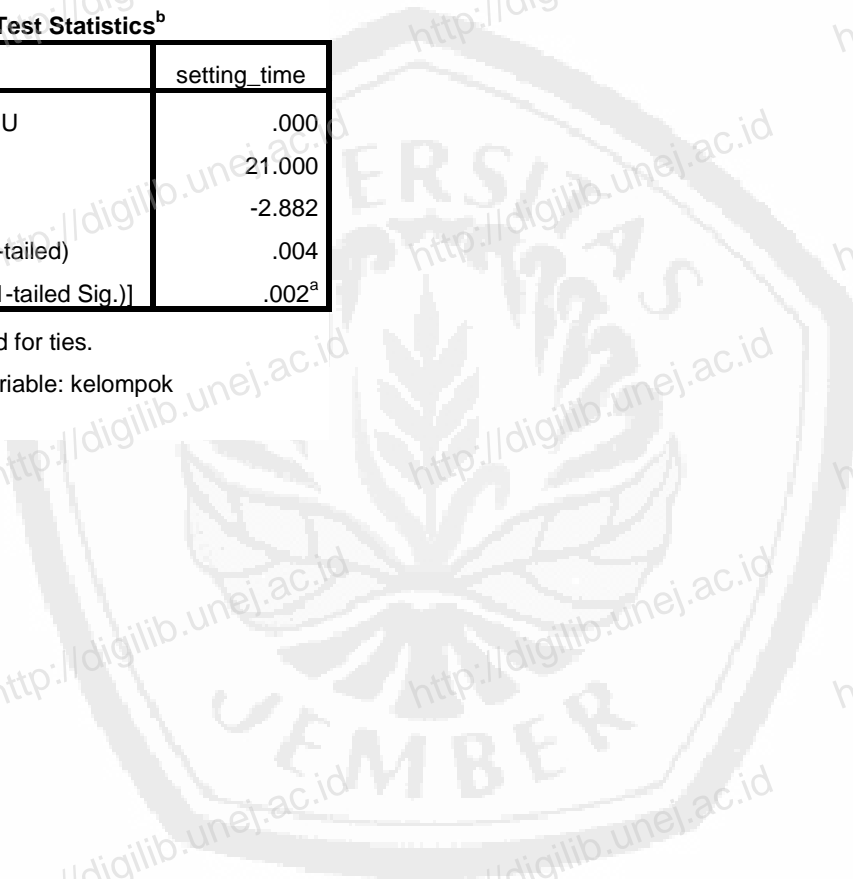
Mann-Whitney Test

kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.6	6	3.50	21.00
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.9	6	9.50	57.00
Total	12		

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok



```

NPAR TESTS
  /M-W= setting_time BY kelompok(3 4)
  /MISSING ANALYSIS.

```

NPar Tests

Notes	
Output Created	28-Apr-2012 20:10:07
Comments	
Input	Active Dataset DataSet0 Filter <none> Weight <none> Split File <none> N of Rows in Working Data 30 File
Missing Value Handling	Definition of Missing User-defined missing values are treated as missing. Cases Used Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /M-W= setting_time BY kelompok(3 4) /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time 00 00:00:00.015 Elapsed Time 00 00:00:00.016 Number of Cases Allowed ^a 112347

a. Based on availability of workspace memory.

[DataSet0]

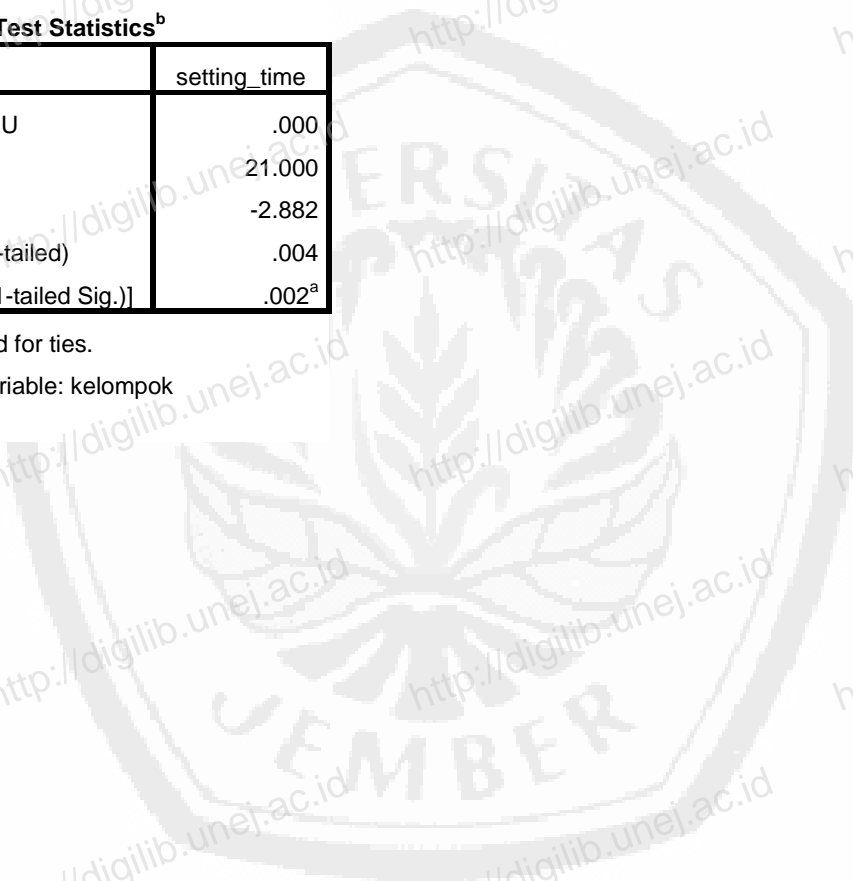
Mann-Whitney Test

kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.7	6	3.50	21.00
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.8	6	9.50	57.00
Total	12		

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok



```

NPAR TESTS
  /M-W= setting_time BY kelompok(3 5)
  /MISSING ANALYSIS.

```

NPar Tests

Notes	
Output Created	28-Apr-2012 20:10:46
Comments	
Input	Active Dataset DataSet0 Filter <none> Weight <none> Split File <none> N of Rows in Working Data 30 File
Missing Value Handling	Definition of Missing User-defined missing values are treated as missing. Cases Used Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /M-W= setting_time BY kelompok(3 5) /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time 00 00:00:00.015 Elapsed Time 00 00:00:00.015 Number of Cases Allowed ^a 112347

a. Based on availability of workspace memory.

[DataSet0]

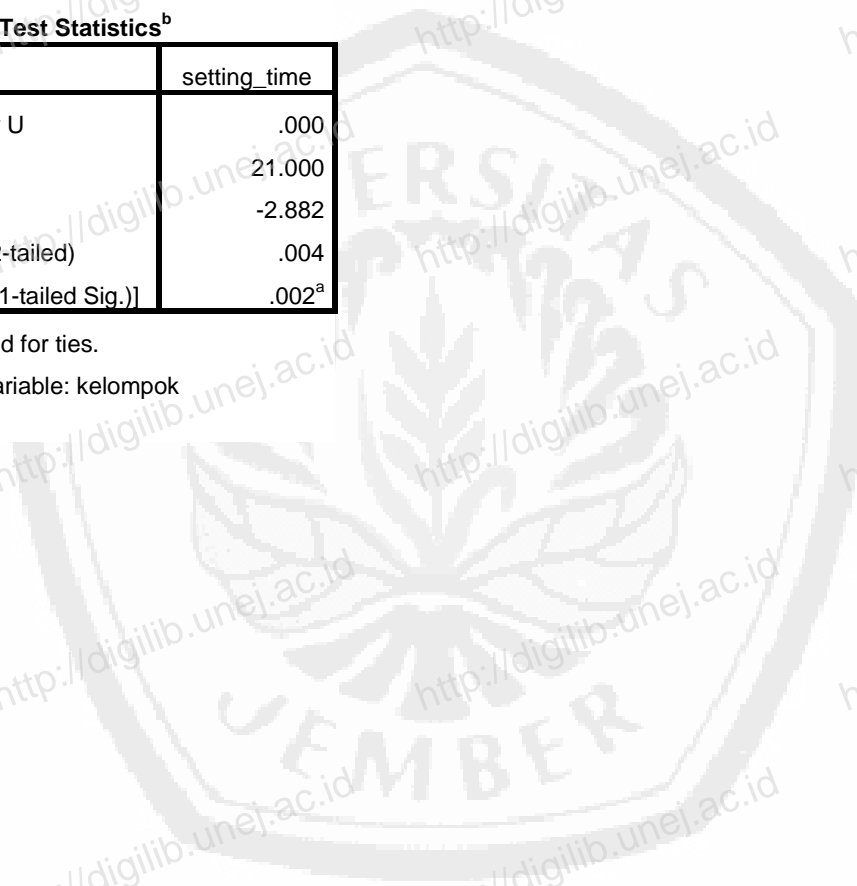
Mann-Whitney Test

kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.7	6	3.50	21.00
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.9	6	9.50	57.00
Total	12		

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok



```

NPAR TESTS
  /M-W= setting_time BY kelompok(4 5)
  /MISSING ANALYSIS.

```

NPar Tests

Notes	
Output Created	28-Apr-2012 20:11:24
Comments	
Input	Active Dataset DataSet0 Filter <none> Weight <none> Split File <none> N of Rows in Working Data 30 File
Missing Value Handling	Definition of Missing User-defined missing values are treated as missing. Cases Used Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /M-W= setting_time BY kelompok(4 5) /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time 00 00:00:00.000 Elapsed Time 00 00:00:00.000 Number of Cases Allowed ^a 112347

a. Based on availability of workspace memory.

[DataSet0]

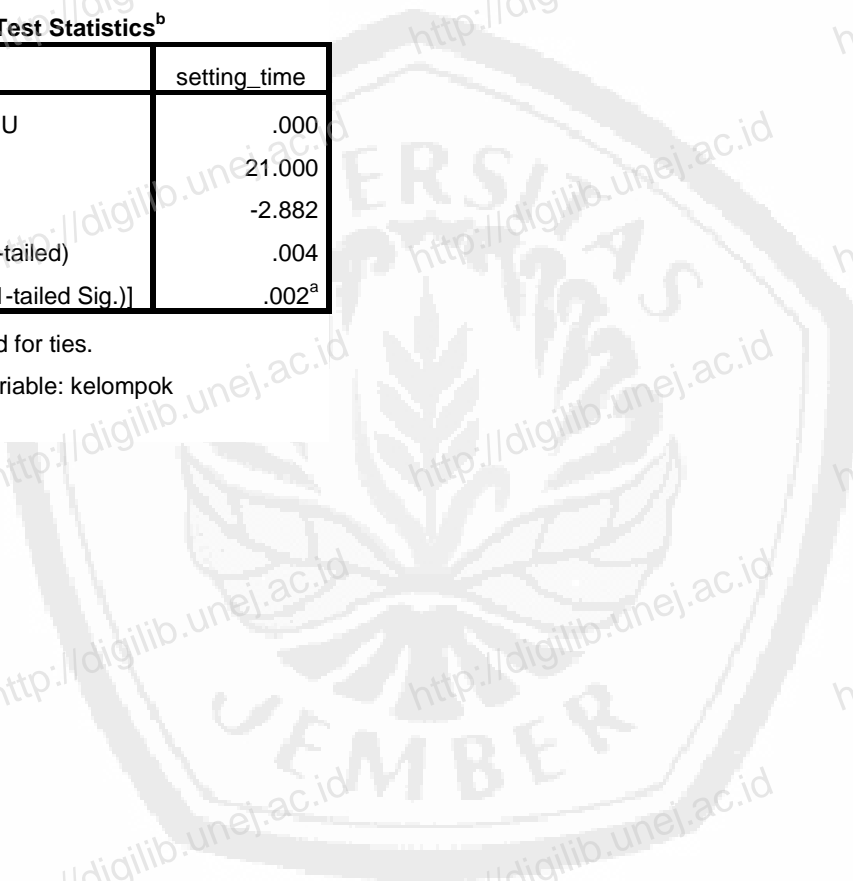
Mann-Whitney Test

kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.8	6	3.50	21.00
setting_time gypsum daur ulang w/p 0.9	6	9.50	57.00
Total	12		

	setting_time
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok



```

ONEWAY setting_time BY kelompok
/STATISTICS HOMOGENEITY
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .

```

Oneway

Notes

Output Created		28-Apr-2012 19:57:07
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data	30
	File	
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY setting_time BY kelompok /STATISTICS HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00 00:00:00.016
	Elapsed Time	00 00:00:00.031

[DataSet0]

Test of Homogeneity of Variances

setting_time

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6.903	4	25	.001

ANOVA

setting_time

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11199181.082	4	2799795.270	26639.065	.000
Within Groups	2627.528	25	105.101		
Total	11201808.609	29			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

setting_time

Tukey HSD

(I) kelompok	(J) kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	gypsum daur ulang w/p 0.6	1150.26833*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.7	1025.19167*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.8	-35.55833*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.9	-356.60000*	5.91893	.000
gypsum daur ulang w/p 0.6	gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	-1150.26833*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.7	-125.07667*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.8	-1185.82667*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.9	-1506.86833*	5.91893	.000
gypsum daur ulang w/p 0.7	gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	-1025.19167*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.6	125.07667*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.8	-1060.75000*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.9	-1381.79167*	5.91893	.000
gypsum daur ulang w/p 0.8	gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	35.55833*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.6	1185.82667*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.7	1060.75000*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.9	-321.04167*	5.91893	.000

gypsum daur ulang w/p 0.9	gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	356.60000*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.6	1506.86833*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.7	1381.79167*	5.91893	.000
	gypsum daur ulang w/p 0.8	321.04167*	5.91893	.000

Multiple Comparisons

setting_time

Tukey HSD

		95% Confidence Interval	
(I) kelompok	(J) kelompok	Lower Bound	Upper Bound
gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	gypsum daur ulang w/p 0.6	1132.8852	1167.6515
	gypsum daur ulang w/p 0.7	1007.8085	1042.5748
	gypsum daur ulang w/p 0.8	-52.9415	-18.1752
	gypsum daur ulang w/p 0.9	-373.9831	-339.2169
gypsum daur ulang w/p 0.6	gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	-1167.6515	-1132.8852
	gypsum daur ulang w/p 0.7	-142.4598	-107.6935
	gypsum daur ulang w/p 0.8	-1203.2098	-1168.4435
	gypsum daur ulang w/p 0.9	-1524.2515	-1489.4852
gypsum daur ulang w/p 0.7	gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	-1042.5748	-1007.8085
	gypsum daur ulang w/p 0.6	107.6935	142.4598
	gypsum daur ulang w/p 0.8	-1078.1331	-1043.3669
	gypsum daur ulang w/p 0.9	-1399.1748	-1364.4085
gypsum daur ulang w/p 0.8	gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	18.1752	52.9415
	gypsum daur ulang w/p 0.6	1168.4435	1203.2098
	gypsum daur ulang w/p 0.7	1043.3669	1078.1331
	gypsum daur ulang w/p 0.9	-338.4248	-303.6585
gypsum daur ulang w/p 0.9	gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	339.2169	373.9831
	gypsum daur ulang w/p 0.6	1489.4852	1524.2515
	gypsum daur ulang w/p 0.7	1364.4085	1399.1748
	gypsum daur ulang w/p 0.8	303.6585	338.4248

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

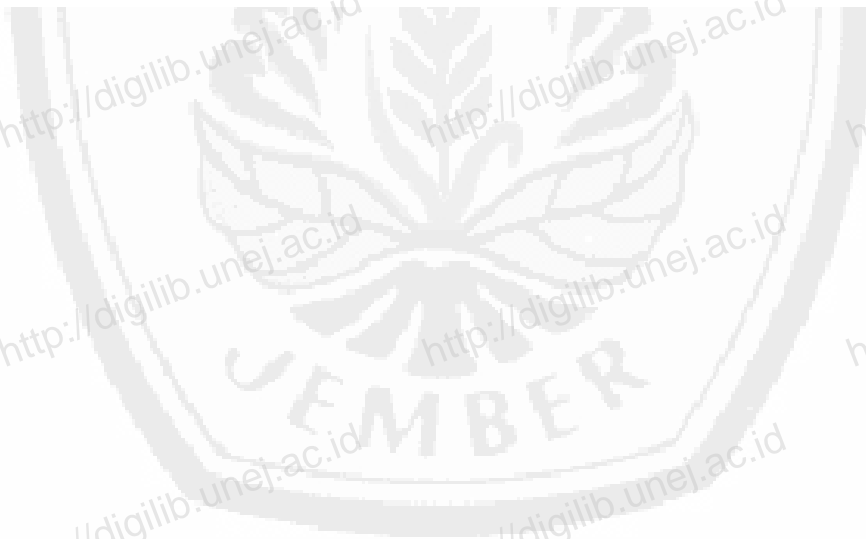
setting_time

Tukey HSD^a

kelompok	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
gypsum daur ulang w/p 0.6	6	199.0233				
gypsum daur ulang w/p 0.7	6		324.1000			
gypsum tipe 3 merk 3L w/p 0.4	6			1349.2917		
gypsum daur ulang w/p 0.8	6				1384.8500	
gypsum daur ulang w/p 0.9	6					1705.8917
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.



```

NPAR TESTS
  /K-W=setting_time BY kelompok(1 5)
  /MISSING ANALYSIS.

```

NPar Tests

Notes	
Output Created	28-Apr-2012 19:59:40
Comments	
Input	Active Dataset DataSet0 Filter <none> Weight <none> Split File <none> N of Rows in Working Data 30 File
Missing Value Handling	Definition of Missing User-defined missing values are treated as missing. Cases Used Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /K-W=setting_time BY kelompok(1 5) /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time 00 00:00:00.016 Elapsed Time 00 00:00:00.015 Number of Cases Allowed ^a 112347

a. Based on availability of workspace memory.

[DataSet0]

Kruskal-Wallis Test

Ranks

kelompok	N	Mean Rank
setting_time gypsum tipe 3 merk 3L w/p o.4	6	15.50
gypsum daur ulang w/p 0.6	6	3.50
gypsum daur ulang w/p 0.7	6	9.50
gypsum daur ulang w/p 0.8	6	21.50
gypsum daur ulang w/p 0.9	6	27.50
Total	30	

Test Statistics^{a,b}

	setting_time
Chi-Square	27.871
df	4
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:

kelompok

