

PENGARUH SUBSTITUSI TEPUNG SEKAM PADI & CASSAVA PADA TEPUNG INDUSTRI TERHADAP PENINGKATAN KETEGUHAN REKAT KAYU LAPIS

Fauziati *)

ABSTRACT

The influence of the substitution of rice husk flour and cassava flour in industrial flour to the increase of plywood bonding strength. The research of the addition of rice hush flour to substitute industrial flour in plywood glueing has been done. A preliminary research has specified the property of industrial flour needed as an extender in a plywood glueing and the role of rice hush flour and cassava flour in that process. Some parameters such as the content of carbohydrate, lignin, moisture, particle size and ash had been tested. The aim of this research is to substitute industrial flour with rice husk flour. Based on the previous research, cassava flour can substitute industrial flour with ratio 60 : 40 and 50 : 50. In this research, rice husk flour has been used to substitute the proportion of cassava flour in that two ratios above. Another inggridients in the used glueing formula were industrial flour, cassava flour, urea formaldehyde, hardener, and veneer from Meranti (B1) and Kapur (B2). The result of this research shows that the content of lignin, cellulose and carbohydrate of rice husk was high enough to influence the process of plywood glueing. The result of all delamination testing were passed or 100% of all specimen passed delamination testing.

Keywords : rice hush flour, cassava flour, plywood glueing, industrial flour

PENDAHULUAN

Tepung industri adalah tepung terigu kualitas rendah yang digunakan sebagai bahan ekstender dan merupakan komoditi impor yang fungsinya untuk memperbaiki sifat-sifat perekat yang ditambahkan dalam adonan perekat kayu lapis untuk memperbaiki sifat perekat itu sendiri, untuk memenuhi permintaan substrat kayu dalam perekatan dan menurunkan biaya atau harga adonan perekat persatuan berat (Skeist, 1977).

Formulasi perekat kayu lapis terdiri dari urea formaldehid, Ekstender (termasuk tepung industri) dan hardener (pengeras). Tujuan penggunaan ekstender adalah membantu pengontrolan viskositas adonan perekat, menambah sifat lekat basah (*wet tack*), mengurangi pelepasan (*discharge*) bahan-bahan pencemar, mengurangi pemakaian perekat murni (seperti resin urea formaldehid), menurunkan biaya perekat dan mengurangi kerusakan garis perekat seperti *dry out*, *crazier* dan *brittleness*.

Sedangkan syarat-syarat bahan dapat digunakan sebagai ekstender yaitu mempunyai sifat-sifat perekat, dapat dipecah dan ditumbuk sampai halus sehingga tidak menimbulkan kesulitan dalam pembuatan adonan perekat seperti penggumpalan bahan, seragam /uniform, kadar protein maksimal 10 %, kadar abu maksimum 0,55 % pH 6; ukuran partikel 95% lolos 100 sampai 200 mesh, mempunyai stabilitas viscositas, kadar serat rendah dan tingkat penyerapan air rendah 1:1.

Robertson (1967) dalam Skeist (1977) mengelompokkan sumber bahan ekstender kedalam 3 (tiga) kelompok yakni : Kelompok cereal gluteneous, bahan ini berasal dari kelompok wheat (gandum); kelompok cereal non gluteneous, bahan ini berasal dari kelompok rye, sorgum, kedelai dan sebagainya (termasuk tepung cassava); kelompok non gluteneous non cereal (bahan ini berasal dari bahan kasar yang ditepungkan termasuk sekam padi).

Padi (*Oriza sativa*) merupakan salah satu sumber karbohidrat, bila dilihat dari konversi padi

Untuk gabah kering 85%, kandungan berasnya sebesar 50-55 persen, dedak kasar 7 persen, dedak halus 4 persen dan sekam 24 persen jadi volume sekam padi lebih besar dari pada dedak (Anonim, 1993).

Menurut Ruiten, V (1981) dalam anonim (1995), prosentase sekam padi terhadap berat gabah adalah 14-26 persen (tergantung varitasnya), kadar air 9,020 persen, protein kasar 3,02 persen, serat kasar 35,68 persen ,karbohidrat 33,71 persen dan kadar abu 17,71 persen. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar lignin tepung sekam padi sebesar 33,95 persen, sellulose 35,28 persen.

Tolok ukur keteguhan rekat kayu merupakan tolok ukur yang utama dan perlu dalam analisa keberhasilan perekatan. Ini merupakan nilai kekuatan tarik (dengan menggunakan mesin pengujian atau universal testing machine) yang mampu dicapai atau dipertahankan oleh papan yang direkatkan. Pengukuran ini dikerjakan menurut tiga kondisi yaitu kondisi kering angin sesuai dengan daerah setempat dilakukan percobaan atau produksi. Kondisi kedua adalah kondisi basah yang dalam prosedur disebut dengan *hot cold soak test*, sedangkan kondisi ke tiga adalah kondisi basah yang dalam prosedur disebut *cycling boiling test*. Beberapa modifikasi kondisi pengukuran dilakukan di beberapa pusat penelitian dengan maksud penyesuaian permintaan setempat. Oleh karena pengukuran keteguhan rekat diharuskan selalu menyatakan kondisi pengukuran.

Nilai keteguhan rekat diukur dalam unit psi (*pound per square inch*) atau kg/cm². Nilai ini bisa ditelusuri lebih dalam dan dijabarkan kedalam nilainilai dari ketiga macam penyusun perekatan papan, ketiga nilai tersebut adalah nilai kekuatan kohesif dari molekul-molekul kayu/substrat, nilai kekuatan kohesif dari molekul-molekul perekat dan Nilai kekuatan adhesif dari molekul-molekul perekat dengan kayu atau substrat.

Nilai keteguhan rekat tergantung kepada phenomena pada garis perekat sewaktu papan yang direkatkan telah melampaui nilai maksimal keteguhan rekat yang mampu dipertahankan olehnya. Sebagai contoh nilai keteguhan rekat 10 kg/cm² dicapai oleh plywood tiga lapis dengan ketebalan 1 cm, kondisi kering angin, kerusakan terjadi pada garis perekat.

Dari pernyataan diatas analisa yang mampu dikerjakan adalah bahwa garis perekat merupakan titik terlemah pada komposisi plywood tersebut sehingga pada pengukuran keteguhan rekat berakhir pada kerusakan daerah tersebut. Kekuatan sebesar 10 kg/cm² merupakan kekuatan maksimal dari perekat, sehingga ini merupakan nilai kohesif perekat.

Dilain pihak persentase kerusakan kayu atau *percentage wood failure* merupakan nilai penunjang dalam analisa keteguhan rekat. persentase kerusakan kayu tidak bisa berdiri sendiri sampai tolok ukur perekatan, tetapi harus menyertai nilai keteguhan rekat seperti yang tercantum pada standardisasi kekuatan perekatan plywood di Indonesia maupun ASEAN.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah Tepung industri, tepung cassava, tepung sekam padi, urea formaldehid, NH4CL dan vinir (jenis meranti dan kapur). Alat yang digunakan meliputi mixer, timbangan analitik, ayakan, *universal testing*, *viscotester*.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan basis formulasi ekstender yang digunakan oleh industri perekat kayu lapis yaitu Urea Formaldehid 78-80 %, Ekstender 17 -19 %, NH4Cl (*Hardener*) 0,5-1%. Kemudian dibuat variasi campuran ekstender antara tepung industri dan tepung cassava dan tepung sekam padi pada 6 (enam formula). Variasi campuran ekstender tersebut dibuat berdasarkan hasil penelitian Fauziati dan Purwanti,T. (2003) yaitu formulasi campuran ekstender antara tepung industri dan tepung cassava dengan hasil paling optimal (baik) yaitu 60:40 % dengan penambahan air untuk mendapatkan viscositas yang dipersyaratkan (18-22 poise), dan perbandingan 50 : 50 (%) tanpa penambahan air.

Berdasarkan kedua perbandingan formulasi tersebut kemudian dibuat perbandingan campuran tepung industri (komposisi konstan) dan tepung cassava serta tepung sekam padi sebagai variabel pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Perbandingan campuran tepung industri, tepung cassava dan tepung sekam padi dengan basis 60 : 40 (%).

No.	Tepung Industri		Campuran Tepung Cassava dan Tepung Sekam Padi			
			Tepung Cassava		Tepung Sekam Padi	
	(%)	Gram	(%)	Gram	(%)	Gram
1	60	75	32	40	8	10
2	60	75	24	30	16	20
3	60	75	20	25	20	25
4	60	75	16	20	24	30
5	60	75	8	10	32	40
6	60	75	0	0	40	50

Tabel 2. Perbandingan campuran tepung industri, tepung cassava dan tepung sekam padi dengan basis 50 % tepung industri dan 50% tepung cassava dan tepung sekam padi.

No.	Tepung Industri		Campuran Tepung Cassava dan Tepung Sekam Padi			
			Tepung Cassava		Tepung Sekam Padi	
	(%)	Gram	(%)	Gram	(%)	Gram
1	50	65.1	40	52.08	10	13.02
2	50	65.1	30	39.06	20	26.04
3	50	65.1	25	32.55	25	32.55
4	50	65.1	20	26.04	30	39.06
5	50	65.1	10	13.02	40	52.08
6	50	65.1	0	0	50	60.1

Prosedur Aplikasi pada Kayu Lapis

1. Jumlah bahan yang digunakan dalam setiap percobaan sesuai dengan perbandingan bahan yang telah ditetapkan dalam metode penelitian.
2. Bahan-bahan urea formaldehid, tepung industri, tepung cassava, tepung sekam padi dan NH4Cl ditimbang menurut kebutuhan masing-masing campuran.
3. Bahan yang telah siap, dicampur kemudian diaduk dengan mixer sampai homogen selama 15 menit.
4. Selanjutnya diukur viscositasnya dengan alat viscotester.
Kayu lapis dibuat sebanyak 3 (tiga) lapis dengan menggunakan 2 (dua) jenis kayu masing-masing terdiri dari :
 1. Jenis kayu meranti merah dengan ukuran 1/24 inch untuk faceback dan meranti merah 1/13 inch untuk core (B1).
 2. Jenis kayu kapur dengan ukuran 1/24 inch untuk faceback dan 1/13 inch untuk core (B2). Dari kedua jenis kayu diatas dilakukan uji aplikasi dengan menggunakan formula perekat yang telah ditentukan pada metode penelitian.
 3. Vinir dengan ukuran 30x30 cm ditaburkan perekat sebanyak 29-31 gram/ft², sebanyak 3 (tiga) lapis ,kemudian dikempa dingin selama 25 menit, dengan tekanan 10 Kg/ cm² selanjutnya dikempa panas pada suhu 100-115 C selama 2 menit pada tekanan 10 Kg/ cm².

Untuk pengujian keteguhan rekat kayu lapis sesuai dengan pengujian perekat tipe I (interior) dengan menggunakan standar Jepang (JIS 1973) sebagai berikut:

1. Contoh uji dibuat dengan ukuran 10x25 cm direbus dalam air mendidih selama 4 jam.
2. Kemudian dikeringkan dalam oven 60 C ± 3 C selama 20 jam

3. Contoh uji direbus dalam air mendidih selama 4 jam
4. Contoh uji dicelupkan dalam air dingin sampai suhu kamar
5. Contoh uji tersebut diuji dengan alat uji rekat pada waktu masih basah
6. Ketentuan lulus uji bila hasil pengujian minimum 7 kg/cm^2 dan minimum 90% dari total sampel pengujian.

Untuk pengujian delaminasi menggunakan standar Jepang (JIS-1973) dengan prosedur sebagai berikut :

1. Contoh uji direndam dalam air panas dengan suhu $70 \pm 3^\circ\text{C}$ selama 2 jam
2. Contoh uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $60 \pm 3^\circ\text{C}$ selama 3 jam
3. Contoh uji diukur lebarnya, panjang dan yang terdeleminasi. Dengan ketentuan bagian yang tidak terdeliminasi tidak boleh kurang dari 50 mm pada masing-masing sisi permukaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis tepung industri, tepung cassava dan tepung sekam padi seperti pada Tabel 3.

No.	Parameter	Satuan	Tepung Cassava	Sekam Padi	Tepung Industri
1	Kadar Air	%b/b	7.47	7.61	9.89
2	Kadar Abu	%b/b	1.75	21.98	2.68
3	Protein	%b/b	2.18	4.38	2.68
4	Karbohidrat	%b/b	64.04	15.78	2.63
5	Serat Kasar	%b/b	8.72	37.18	28.85
6	Derajad Keasaman	Mol N NaOH /100 gram	2,03	0.98	1.35
7	Kehalusan	% lolos ayakan 100 mesh	100	100	Sesuai ketentuan pabrik
8	Lignin	%	2.78	33.95	5.35
9	Holo selulose	%	26.34	46.32	35.34
10	Selulose	%	11.63	35.28	13.65

Sumber : Laboratorium Uji Baristand Industri Samarinda

Parameter uji tepung industri yang dipersyaratkan oleh pihak pabrik perekat kayu lapis di Samarinda adalah kadar air dan kehalusan butiran. Kadar air yang dianjurkan maksimum 15 % dan Kehalusan butiran adalah 100 mesh sebanyak 100 %. Kadar air dan kehalusan untuk tepung cassava dan tepung sekam padi Tabel 3 adalah memenuhi syarat sesuai yang dipersyaratkan.

Pada tabel 3 menunjukkan bahwa hasil analisis kandungan lignin, selulose dan karbohidrat yang mempunyai peranan terhadap fungsi perekatan (sebagai ekstender) pada tepung sekam padi adalah cukup tinggi. Ikatan kimia antara lignin dan karbohidrat atau disebut dengan LCC (*lignin carbohidrat cellulose*) digunakan untuk agregat-agregat yang terikat secara kovalen dan ikatan ikatan glikosida merupakan penyatuan lignin dan polisakarida.

Dalam rantai sellulose mempunyai tiga gugus hidroksil yang reaktif yaitu dua sekunder (HO-2 dan HO-3) dan satu primer pada HO-6, adanya ikatan antara lignin dan sellulose dapat berupa tipe ester atau eter dan bahkan glikosida.

Gugus HO-2 mudah teresterifikasi dan gugus HO-6 mudah teresterifikasi sehingga memiliki reaktivitas yang tinggi (Sjosrom, E., 1995). Adanya ikatan antara ligninkarbohidrat dan ligninsellulose tersebut didalam tepung sekam padi khususnya yang merupakan substitusi tepung industri dan berfungsi sebagai ekstender pada perekat kayu lapis tipe 2 cenderung akan

memperkuat fungsi perekat *glue mix*. Bahkan lignin bisa dikatakan sebagai semen penyatu antara molekul-molekul tersebut (Widjaja, R., 1975) yang akhirnya dapat mengurangi penggunaan resin urea formaldehid dan menyempurnakan proses perekatan.

Komposisi formula *glue mix* A1 perbandingan tepung industri : tepung cassava 60 : 40 % (sebagai acuan penelitian) dan hasil uji keteguhan rekatnya dapat dilihat pada Tabel 4. dan Tabel 5.

Tabel 4 . Komposisi formula *glue mix* (A_i).

Jenis Bahan	Satuan	A1.0	A1.1	A1.2	A1.3	A1.4	A1.5	A1.6
Urea Formaldehid	(g)	575	575	575	575	575	575	575
Tepung Industri	(g)	75	75	75	75	75	75	75
Tepung cassava	(g)	50	40	30	25	20	10	0
Tepung sekam padi	(g)	0	10	20	25	30	40	50
Hardener (NH ₄ Cl)	(g)	5	5	5	5	5	5	5
Air	(g)	25	10.5	20	22.1	25	25	12.5
Jumlah	(g)	730	715.5	725	727.1	730	717.5	717.5
pH		5.8	6.77	6.16	6.55	6.08	5.7	5.84
Viscositas	poise	18.5	20.55	22	21	19.5	21.75	22.5
Tepung industri : (T .cassava : T Sekam padi)	%	60:40:00	60:32:08	60:24:16	60:20:20	60:16:24	60:08:32	60:00:40

Catatan :

A_{1.0} = formula glue mix yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini

A_i = Perbandingan formulasi glue mix tepung industri : tepung cassava (60:40)

Pada formula *glue mix* viscositas dan pH berpengaruh terhadap proses perekatan, viscositas yang dipersyaratkan pada formula *glue mix* sebelum dilaburkan pada vinir sebesar 18-22,50 poise, sedangkan pH adalah sebesar 5,0 sampai dengan dibawah 7,0.

Pada tabel 4. menunjukkan bahwa viscositas awal formula *glue mix* A1.1 sampai dengan A1.6 memenuhi syarat yang berkisar antara 19,5 -22,5 poise, namun viscositas awal tersebut rata-rata diatas 20,0 poise yang akan berpengaruh terhadap "Pot Life" (waktu perekatan) menjadi lebih pendek. Waktu perekatan yang terbaik maksimum 5,0 jam masih memenuhi syarat dengan viscositas maksimum 22,50 poise.

Sedangkan pH berpengaruh terhadap viscositas dimana pH tersebut masih dalam batas standar yang dipersyaratkan.

Pada komposisi formula *glue mix* A1.1 sampai A1.6 semuanya memerlukan air yang relatif besar dalam proses formulasinya ,hal tersebut akan mempengaruhi formula *glue mix* yaitu adanya kecenderungan terjadi pengendapan selama waktu perekatan terhadap kayu lapis ,sehingga kemungkinan terjadinya ketidak sempurnaan dalam proses perekatan . walaupun disisi lain akan mengurangi penggunaan bahan-bahan perekat. Batas maksimum penambahan air adalah 25 gram dan bahan yang digunakan sebagai ekstender terbaik mempunyai tingkat penyerapan rendah (Skeist,1977).

Pada lampiran 1 menunjukkan bahwa hasil uji keteguhan rekat A1 untuk semua formulasi dari A1.1 sampai dengan A1.6 memenuhi syarat kelulusan 100 % keteguhan rekat dan uji deliminasi untuk semua jenis kayu Baik B1 (Kayu meranti merah) maupun B2 (Kayu kapur).

Komposisi formula *glue mix* A2 dapat dilihat pada tabel 5. dan hasil analisa keteguhan rekat A2 dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 5 . Komposisi formula *glue mix* (A2)

Jenis Bahan	Satuan	A2.0	A2.1	A2.2	A2.3	A2.4	A2.5	A2.6
Urea Formaldehid	(g)	575	575	575	575	575	575	575
Tepung Industri	(g)	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1
Tepung Cassava	(g)	65.1	52.08	39.06	32.55	39.06	52.08	65.1
Tepung Sekam Padi	(g)	0	13.02	26.04	32.55	39.06	52.08	65.1
Hardener	(g)	5	5	5	5	5	5	5
Air	(g)	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	(g)	710.2	710.2	710.2	710.2	722.7	710.2	724.8
Ph	-	5.65	5.75	5.6	5.8	6.08	5.5	5.79
Viscositas	poise	18.5	18	20.5	18	19.5	19	20
T. Industri :T Cassava: T.Sekam padi	%	50:50:00	50:40:10	50:30:20	50:25:25	50:20:30	50:10:40	50:00:50

Catatan :

A2.0 = Formula *glue mix* yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini.

A2 = Perbandingan formulasi *glue mix* tp industri :tp cassava 50 :50

Pada tabel 5 menunjukkan bahwa viscositas awal formula *glue mix* A2 dari A2.1 sampai dengan A2.6 memenuhi syarat berkisar antara 18,0 sampai dengan 20,5 poise, relative lebih kecil dari pada formula A1, waktu proses perekatan (Pot Life) selama 5 jam sehingga proses perekatan menjadi lebih sempurna .

Pada formula A2 penambahan air relatif sedikit dibanding formula A1 ,dengan menggunakan tepung industri lebih sedikit yaitu sebanyak 50 % ,dan 50 % berikutnya adalah substitusi dari tepung cassava dan tepung sekam padi. Keteguhan rekat dan delaminasi formula A2.1 sampai dengan A2.6 memenuhi syarat kelulusan 100% baik untuk jenis kayu B1 (meranti merah) maupun B2 (Kayu kapur). Komposisi paling optimum pada formula *glue mix* A2.6B1 dan A2.6 B2 dengan nilai keteguhan rekat maksimum 23,4kg/cm² dan minimal 11,9 kg/cm².

Dengan kuantitas tepung sekam padi yang paling maksimum pada formulasi *glue mix* tersebut memberikan hasil yang paling optimum pada keteguhan rekat maupun delaminasinya. Hal tersebut terjadi karena tepung sekam padi mempunyai kandungan lignin, karbohidrat dan cellulose cukup tinggi dimana adanya ikatan kovalen antara lignin dan karbohidrat dan adanya gaya assosiasi secara fisika yang disebut dengan kompleks ligninkarbohidrat yang digunakan sebagai agregat yang terikat secara kovalen. Dan ikatan-ikatan yang terjadi antara lignin dan cellulose berupa ester atau glikosida.

Fungsi kandungan lignin tersebut mempunyai peranan sebagai penyatu sel-sel (molekul) terhadap kekuatan kohesif didalam senyawa perekat dan kekuatan adhesif antara molekul-molekul perekat dan sel kayu, dimana sel kayu mempunyai kandungan cellulose, karbohidrat dan lignin yang cukup tinggi pula.

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan formula A1 (perbandingan formula *glue mix* tepung industri : tepung cassava 40:60) dan formula A2 (Perbandingan formula *glue mix* tepung industri:tepung cassava 50:50%) semuanya memenuhi syarat kelulusan keteguhan rekat dan uji delaminasi kayu lapis sebesar 100%, dan formula A2 dengan komposisi 50% tepung industri ,50% tepung cassava dan tepung sekam padi adalah bentuk formulasi *glue mix* yang relatif lebih optimum dari pada formula A1.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1993. *Vadekum Teknologi Pasca Panen dan Pengolahan Hasil Pertanian*. Direktorat Jenderal Pertanian dan Tanaman Pangan ,Jakarta.
- Fauziati dan Purwanti, T., 2003. *Pemanfaatan Tepung Cassava sebagai Subtitusi Tepung Industri pada perekat kayu lapis*.BPPI Samarinda.
- Wijaya, M.R., 1975. *Industri Perkayuan Proyek Penyaluhan dan Promosi Hasil Industri* . Ditjen Aneka Industri dan Kerajinan Departemen Perindustrian .Jakarta
- Sjostrom E, 1995. *Kimia Kayu Dasar dasar dan Penggunaan Edisi 2* ,Gajah Mada University Press .Yogyakarta.
- Skeist ,1977, *Hand book of Adhesive*. Van Nostrand Reinhold Company New York .

Lampiran 1
Hasil Uji Keteguhan Rekat (A1)

No	Formula A 1.0		Formula A1.1		Formula A1.2		Formula A1.3		Formula A1.4		Formula A1.5		Formula A1.6	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
1	7.8	13.6	13.8	10.8	11.5	12.3	13.6	16	9.7	9.3	11.5	13.8	12.6	16.4
2	11.6	10.9	13.4	15.3	12.6	11.9	11.5	13.4	8.2	16.4	12.3	14.1	14.5	15.6
3	10.4	13.1	11.2	16.7	14.9	13.4	13.8	19	18.2	17.1	13.4	12.6	13.6	17.5
4	8	11.8	14.5	17.1	13	12.6	14.9	17.1	18.2	16.7	16.4	8.9	11.9	17.1
5	8.5	13.8	12.6	18.6	14.5	11.5	11.9	19.7	10.4	17.3	11.9	11.9	14.9	15.6
6	5.5	13.8	11.9	13	12.6	19.3	12.6	10.8	10	16.4	16.4	20.5	12.6	12.6
7	7	11.8	14.1	10.8	11.5	11.9	17.5	16.7	15.3	10.8	15.6	16.7	11.9	14.9
8	10.9	13.5	15.3	14.1	13	13.8	9.3	16	15.3	12.4	16.4	18.6	13.8	14.1
9	7.8	14	12.3	17.5	11.9	14.9	12.6	19.3	11.2	16.4	12.3	17.5	13.4	14.9
10	13	14.2	12.3	14.9	13	17.5	13.8	16.7	10.8	8.2	12.6	20.1	9.9	16.4
11	9.7	18.4	16.1	15.3	17.6	16.4	14.4	16	14.9	13.4	15.6	20.1	13.8	19.7
12	10.9	16.7	16.4	15.3	14.1	17.9	13.8	17.7	18.2	16.9	14.5	17.1	13.8	14.5
13	14.3	16.5	11.5	17.7	11.5	15.6	11.5	19.3	12.3	17.1	11.2	13.4	11.9	18.2
14	9.7	14.3	13.8	17.1	13	17.5	12.3	16.7	11.7	16.7	14.5	16.4	11.5	16.4
15	11.9	14.7	13.4	20.1	13	17.9	14.9	17.9	13.4	9.3	14.1	16.7	12.8	14.1
Maks	14.3	18.4	16.4	21.1	14.9	17.9	14.9	19.7	18.2	17.1	16.4	20.5	14.9	18.2
Min	5.5	10.9	11.2	10.8	11.5	11.5	9.3	10.8	8.2	8.2	11.2	8.9	7.7	9.7
Rata-rata	9.8	14.1	13.4	15.6	12.9	14.3	13.2	16.8	13.1	14	13.9	15.9	12.9	15.2
Kelulusan	93%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Uji Deliminasi 100%

Lampiran 2
Hasil Uji Keteguhan Rekat (A2)

No.	Formula A2.0		Formula A2.1		Formula A.2.2		Formula A2.3		Formula A2.4		Formula A2.5		Formula A2.6	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
1	8.7	11.2	14.1	14.1	11.9	11.2	10.4	12.8	13.8	16.1	18.2	20.5	14.5	19
2	8.9	9.2	12.3	17.5	11.9	10	14.5	17.9	13	14.9	16.7	16.4	13.4	23.4
3	9.5	10.4	15.6	16	18.3	16	12.6	12.6	8.9	20.8	16	14.1	13.8	16
4	13.8	12.3	16.4	13.8	12.3	17.9	16	19.7	10.4	16	15.6	17.5	13.4	21.2
5	9.5	10.4	15.6	14.9	13	16	15.6	17.9	10	17	15.6	17.1	13.8	20.1
6	10.6	14.3	14.5	18.6	14.6	14.9	12.3	19.7	11.9	13.4	17.1	17.1	13	20.8
7	11.1	11.2	16.4	13	15.3	16.7	11.9	21.5	15.3	18.2	15.6	15.6	19.7	13
8	14.7	12.6	10	11.2	13.4	16.4	15.3	15.6	13.8	18.2	13.8	17.5	11.9	14.5
9	9.4	11.2	16.4	11.9	13.4	15.3	14.1	14.5	14.9	17.9	20.1	15.6	15.6	21.1
10	11.6	13.5	13.8	15.3	14.5	13	13.8	17.1	10.4	16	16.9	16	12.6	23.1
11	12.9	12.8	16	16	13.8	14.5	13.8	20.5	11.2	14.1	18.6	17.1	12.3	14.5
12	11.2	16.4	19.3	14.9	14.9	13.4	14.9	15.3	11.2	14.1	18.6	17.1	12.3	14.5
13	14.1	12.3	15.6	11.2	14	16.7	14.1	18.2	18.2	17.5	14.8	18.2	13.4	11.9
14	12.8	7	14.5	17.5	14.9	7.4	13.8	17.9	12.6	18.2	15.6	17.5	14.5	16.4
15	13.5	15.2	17.3	18.2	11.5	12.6	13	14.5	14.1	18.6	15.3	17.3	13	14.1
Maks	14.7	16.4	19.3	18.6	15.3	17.9	16	21.8	15.3	20.8	20.1	20.5	19.7	23.4
Min	8.7	7	1	11.2	11.5	7.4	10.4	12.6	8.9	13.4	13.8	14.1	11.9	11.9
Rata-rata	11	12	14.9	14.9	13.7	14.8	14.7	17.4	12.4	17.1	16.5	17.1	14.1	17.5
Kelulusan	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Uji Deliminasi 100%