JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI VOL. 4 NO. 7
TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PENGUJIAN KUAT LENTUR PAPAN PARTIKEL DARI LIMBAH KAYU DENGAN METODE TAGUCHI

BENDING STRENGTH PARTICLE BOARD OF WASTE WOOD WITH THE TAGUCHI METHOD

Maulana Abdul Hafish[1)], Oyong Novareza[2)], L. Tri Wijaya N.K[3)]
Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang, 65145, Indonesia
Email: maulana.hafish@gmail.com[1)], novareza15@ub.ac.id[2)], eltriwijaya@ub.ac.id[3)]

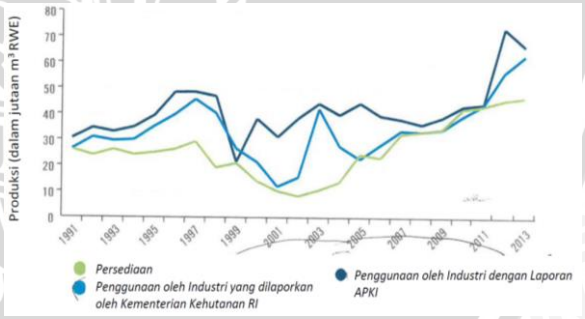
Abstrak

Usaha mebel dan penggergajian banyak menghasilkan limbah yang berupa serbuk kayu atau grajen. Selama ini belum ada kegiatan yang dilakukan untuk memanfaatkan limbah tersebut, penanganan limbah kayu selama ini dibiarkan ditumpuk, membusuk dan dibakar Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan limbah tersebut adalah dengan mengolahnya menjadi produk yang berguna dan mempunyai nilai ekonomis seperti papan partikel. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, maka dilakukan eksperimen dengan metode Taguchi untuk mendapatkan komposisi bahan baku yang optimal dari papan partikel, dengan karakteristik larger the better diharapkan papan partikel dapat memiliki kuat lentur yang semakin baik. Faktor yang digunakan pada eksperimen ini yaitu Serbuk kayu, Adhesive, Air dan Pengeringan. Desain Orthogonal Array yang digunakan adalah L9(3^4) . Setting level optimal yang didapat yaitu Faktor A Level 1 (Serbuk kayu: 80g), Faktor B Level 3 (Adhesive: 84g), Faktor C Level 2 (Air: 60g), Faktor D Level 1 (Pengeringan: 10 menit).

***Kata Kunci** : Eksperimen Taguchi, Limbah kayu, Papan partikel, Kuat lentur*

1. Pendahuluan

Indonesia termasuk negara dengan luas hutan tropis dan keanekaragaman hayati terbesar di dunia, kawasan hutan Indonesia mencapai 129.425 juta hektar. Hutan tropis nusantara menjadi penyeimbang iklim global. Hutan-hutan alam yang rindang bisa menahan pemanasan global akibat industrialisasi yang melepaskan emisi gas rumah kaca ke atmosfir. Luas kawasan hutan dan perairan Indonesia saat ini sekitar 129,425 juta hektar, dimana 57,13% merupakan hutan produksi yang potensial untuk mengerakkan perekonomian Indonesia [1]. Namun masalah yang dihadapi oleh industri pengolahan kayu di Indonesia saat ini adalah kekurangan bahan baku kayu. Hal ini terjadi karena kecepatan pemanfaatan kayu tidak seimbang dengan penanaman pohon untuk konsumsi industri. Kondisi ini sebetulnya sudah menggambarkan realita dimana produksi yang mengandalkan bahan baku kayu berukuran diameter besar dari hutan alam mulai berkurang, sedangkan industri yang tidak mengandalkan ukuran diameter kayu besar atau yang bisa dipasok dari kayu hutan tanaman dengan daur yang singkat tetap terus tumbuh. Berikut sumber persediaan kayu dari Laporan Tahunan Kementerian Kehutanan RI hingga tahun 2007, serta RPBBI [2].



Gambar 1. Jumlah persediaan kayu dan konsumsi kayu oleh perusahaan

Usaha mebel dan penggergajian banyak menghasilkan limbah yang berupa serbuk kayu atau grajen. Selama ini belum ada kegiatan yang dilakukan untuk memanfaatkan limbah tersebut, penanganan limbah kayu selama ini dibiarkan ditumpuk, membusuk dan dibakar, yang menimbulkan masalah lagi adalah limbah penggergajian kenyataannya dilapangan masih ada yang sebagian dibuang ke aliran sungai, atau dibakar yang secara langsung ikut menambah emisi karbon di atmosfer, semua berdampak negatif terhadap lingkungan

sehingga penanggulangannya perlu dipikirkan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan limbah tersebut adalah dengan mengolahnya menjadi produk yang berguna dan mempunyai nilai ekonomis seperti papan partikel. Papan partikel adalah salah satu jenis kayu pabrikan yang terbuat dari campuran keping kayu (*wood chips*) yang dicampur dengan perekat organik atau anorganik dan ditekan menjadi lembaran-lembaran keras dalam ketebalan tertentu. Perekat yang digunakan pada penelitian ini adalah urea formaldehida yaitu salah satu contoh polimer yang merupakan hasil kondensasi urea dengan formaldehida. Urea formaldehida dijadikan sebagai resin karena memiliki sifat tidak dapat meleleh, absorpsi air yang rendah, tahan terhadap asam dan basa, dapat dicetak tekan atau transfer, memiliki permukaan yang keras dan dapat diberikan warna saat proses pembuatan resin [3].

Pemanfaatan limbah kayu dapat didukung dengan menggunakan desain eksperimen Taguchi, metode Taguchi merupakan suatu metodologi dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Metode Taguchi menjadikan produk atau proses bersifat kokoh (*robust*) terhadap faktor gangguan (*noise*), karenanya metode ini disebut juga sebagai perancangan kokoh (*robust design*) [4].

Dari masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, maka diperlukan untuk memanfaatkan limbah kayu dengan menggunakan metode Taguchi sehingga ditemukan *setting level* yang optimal dari kuat lentur papan partikel dengan karakteristik *larger the better* yang semakin besar nilai kuat lentur dari hasil pengujian papan partikel maka kualitas semakin baik, nilai pengujian ini merujuk pada SNI 03-2105-2006 dalam pembuatan papan partikel, dalam SNI 03-2105-2006 terdapat parameter yang menjadi acuan yaitu toleransi tebal papan partikel, mutu penampilan papan partikel, syarat sifat mekanis papan partikel, syarat emisi formaldehida [5]. Dalam penelitian ini acuan yang dipilih dalam pembuatan papan partikel adalah toleransi tebal papan partikel, dengan ketebalan maksimum 15mm papan pada penelitian ini termasuk jenis papan partikel biasa dan acuan dalam pengujian papan partikel adalah syarat sifat mekanis papan partikel dengan melakukan uji kuat lentur.

Dengan menggunakan desain eksperimen Taguchi diharapkan limbah kayu yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh pengusaha kayu dapat dimanfaatkan dan dikelola untuk menjadi sebuah kayu berbentuk papan partikel sehingga limbah yang tadinya tidak dimanfaatkan dapat menambah nilai ekonomis bagi pengusaha dan mengurangi jumlah limbah yang terdapat pada tempat penggergajian ataupun usaha mebel.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Hal ini dikarenakan peneliti akan melakukan percobaan langsung terhadap objek penelitian. Objek penelitian ini yaitu papan partikel. Penelitian dilakukan di Laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Proses uji kuat lentur di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Pengambilan data dan penelitian dilakukan pada bulan September 2015 – Maret 2016

2.1 Langkah-Langkah Penelitian

Berikut merupakan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan:

1. Studi Lapangan
   Teknik pengamatan ini didasarkan atas pengalaman secara langsung. Salah satu metode yang pengumpulan data dalam penelitian kualitatif yang memerlukan kombinasi literatur yang digunakan dan kemampuan tertentu dari pihak peneliti. Pada tahap ini dilakukan survei lapangan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada usaha mebel, beberapa cara untuk mengumpulkan data tersebut dengan cara sebagai berikut:
   a. Observasi, teknik pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung objek yang akan di teliti. Dalam hal ini mengamati sisa kayu yang tidak terpakai dan sisa dari penggergajian yang kayunya digunakan sebagai bahan furnitur atau kebutuhan bahan bangunan.
   b. *Interview*, teknik pengumpulan data dengan cara mewawancarai langsung kepada pihak-pihak yang terkait dalam proses produksi kayu olahan dan pihak suplayer perekat.
   c. Dokumentasi, teknik pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mengambil

gambar atau video dalam proses pembuatan papan partikel serta melakukan dokumentasi limbah yang terdapat pada usaha mebel.

d. Eksperimen, teknik pengambilan data dengan cara melakukan eksperimen secara langsung pada pembuatan papan partikel dari serbuk kayu yang menjadi limbah pada usaha mebel.

2. Studi Pustaka
Studi kepustakaan adalah teknik pengumpulan data dengan mengadakan studi penelaahan terhadap buku-buku, litertur-literatur, jurnal, skripsi dan laporan-laporan yang ada hubungannya dengan penelitian ini,seperti desain eksperimen Taguchi, panduan SNI mengenai papan partikel, dan jenis perekat. Landasan teori ini dibutuhkan untuk tercapainya penelitian ini dengan optimal.
3. Identifikasi dan Rumusan Masalah
Tahap ini dilakukan identifikasi masalah berdasarkan pengamatan yang dilakukan dan didasarkan pada landasan teori yang berkaitan dengan pengamatan yang dilakukan. Masalah yang timbul adalah belum adanya pemanfaatan limbah dari kayu yang berupa serbuk kayu, selama ini hanya dibiarkan menumpuk dan dibakar. Identifikasi masalah dilakukan dengan mengamati dan wawancara secara langsung dengan pihak yang terkait dengan pengusaha kayu dan mebel. Setelah identifikasi masalah telah diperoleh, selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam menentukan rumusan masalah yang menjadi fokus dalam peneltian ini.
4. Penetapan Tujuan dan Manfaat Penelitian
Tujuan penelitian didapatkan dari hasil perumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, sehingga menjadi acuan dalam menentukan tingkat keberhasilan dalam suatu penelitian. Tujuan dari penelitian ini dapat menentukan setting *level* optimal dengan memanfaatkan serbuk kayu sebagai bahan dasar pembuatan papan partikel dan mencari faktor yang berpengaruh terhadap kuat lentur papan partikel. Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah memberikan *setting level* optimal dalam pembuatan papan partikel, mengetahui faktor yang berpengaruh dalam kuat lentur sehingga didapatkan papan partikel yang baik dan memberikan nilai tambah ekonomis pada pemanfaatan serbuk kayu.
5. Desain Penelitian
Pada desain penelitian dibagi menjadi beberapa bagian seperti penentuan respons, identifikasi faktor-faktor yang dianggap terpengaruh, pemisahan faktor terkendali dan faktor tidak terkendali, penentuan jumlah faktor dan *level* faktor, identifikasi interaksi antar faktor, perhitungan derajat kebebasan, pemilihan *orthogonal array*, penugasan faktor *orthogonal array*. Berikut merupakan penjelasan dari desain penelitian.
   a. Penentuan Respon
   b. Identifikasi Faktor-faktor yang Berpengaruh
   c. Pemisahan Faktor-faktor Terkendali dan Faktor Tak Terkendali
   d. Penentuan Jumlah Faktor dan *Level* Faktor
   e. Identifikasi Interaksi Faktor dan *Level* Faktor
   f. Perhitungan Derajat Kebebasan
   g. Pemilihan Ortogonal Array
   h. Penugasan Faktor Ortogonal Array
6. Persiapan dan pelaksanaan eksperimen
Pada tahap ini dilakukan persiapan dan eksperimen berdasarkan faktor-faktor dan *level* faktor yang berpengaruh serta *orthogonal array*. Perhitungan pada pengolahan data antara lain perhitungan ANOVA untuk nilai rata-rata dan perhitungan ANOVA untuk SNR. Perhitungan ANOVA untuk nilai rata-rata digunakan untuk mencari faktor yang berpengaruh terhadap nilai rata-rata. Sedangkan perhitungan ANOVA untuk SNR digunakan untuk mencari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap nilai variansi.
7. Penentuan *Setting Level* Faktor Optimal
Optimasi dilakukan dengan memaksimalkan nilai rata-rata dan meminimalkan nilai variansi.
8. Prediksi Kondisi Optimal dan Selang Kepercayaan
Setelah menentukan *setting level* optimal maka perlu mengetahui kondisi optimal rata-rata setiap respon dan selang kepercayaannya yang bertujuan untuk memperkirakan rata-rata respon pada papan partikel.
9. Eksperimen Konfirmasi
Eksperimen konfirmasi merupakan percobaan yang dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang didapat. Hal ini bertujuan untuk memverifikasi dugaan yang dibuat pada saat model performasi penentuan faktor

dan interaksinya serta *setting level* parameter (faktor) yang optimum hasil analis hasil percobaan pada performasi yang diharapkan. Data hasil pengujian pada papan partikel eksperimen konfirmasi dapat dihitung nilai rata-rata dan variansi beserta interval kepercayaannya.

10. Pembahasan
    Pada tahap ini dilakukan pembahasan terhadap hasil penelitian yang dilakukan.
11. Kesimpulan dan Saran
    Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian yang menjawab tentang pada uraian sebelumnya dan menyimpulkan hasil dari pengumpulan, pengujian dan analisa dari data.

3. Pembahasan

Pada bab ini akan diuraikan proses pengumpulan dan pengolahan data dalam penelitian serta analisis dan pembahasan. Pengolahan yang akan dilakukan meliputi pengujian papan partikel dari limbah kayu, analisis variansi (ANOVA), *signal to noise ratio* (SNR), interval kepercayaan, pemilihan setting *level* optimal dan percobaan konfirmasi yang akan dijelaskan dibawah ini.

3.1 Penetapan Karakteristik Kualitas

Untuk penetapan karakteristik kualitas papan partikel, hasil yang diharapkan yaitu *larger the better*, penetapan karakteristik kualitas ini dikarenakan hasil eksperimen diharapkan semakin besar nilai kuat lentur dari hasil pengujian papan partikel maka kualitas semakin baik, untuk satuan yang digunakan dalam pengujian kuat lentur yaitu Kg/cm2.

3.2 Penetapan Faktor dan *Level* Faktor Berpengaruh

Berdasarkan hasil studi kepustakaan dan studi lapangan, telah ditemukan beberapa faktor yang dianggap berpengaruh seperti ditunjukan pada tabel 1.

Tabel 1. faktor yang dianggap berpengaruh pada kuat lentur papan partikel dari limbah kayu

No	Faktor yang Dianggap Berpengaruh
1	Serbuk Kayu
2	*Adhesive*
3	Ukuran serbuk kayu
4	Air
5	Pengeringan
6	Kebersihan limbah serbuk kayu
7	Lama proses pengepressan

Dari beberapa faktor yang telah ditemukan, dipiih beberapa faktor yang dianggap paling berpengaruh terhadap kuat lentur papan partikel. Faktor tersebut adalah serbuk kayu, *adhesive*, air dan pengeringan. Tidak dipilihnya ukuran serbuk kayu dikarenakan ukuran limbah dari mebel atau penggergajian kayu dapat langsung digunakan, sedangkan untuk kebersihan serbuk kayu dan lama pengepressan faktor tersebut sudah menjadi syarat unutk melakukan eksperimen ini.

Selanjutnya dilakukan pemilihan *level* faktor dalam melakukan pemilihan *level* faktor dilakukan *brainstorming* dengan pihak *suplayer adhesive*, pengrajin kayu dan jurnal pendukung. Hal ini dilakukan karena dalam pembuatan papan partikel referensi yang ada hanya dalam produksi skala besar dan dilakukan dengan mesin. Dari hasil *brainstorming* tersebut didapatkan:

Tabel 2. Penugasan *level* faktor berpengaruh pada pembuatan papan partikel

Kode	Faktor Kontrol	Level 1	Level 2	Level 3
A	Serbuk Kayu	80 g	100 g	120 g
B	*Adhesive*	40 g	60 g	84 g
C	Air	40 g	60 g	84 g
D	Pengeringan	10 menit	15 menit	20 menit

3.3 Penetapan *Orthogonal Array*

Untuk mendapatkan desain *orthogonal array* yang sesuai maka diperlukan nilai *degree of freedom* dari faktor-faktor yang akan digunakan dalam eksperimen. Setelah *degree of freedom* dari faktor diketahui, maka nilai *degree of freedom orthogonal array* minimal sama dengan *degree of freedom* faktor utama tersebut. Pada tabel 3 berikut ini adalah perhitungan *degree of freedom* untuk faktor kontrol dalam penelitian ini.

Tabel 3. *Degree Of Freedom* untuk faktor kontrol dalam penelitian ini

Kode	Faktor Kontrol	Deajad Kebebasan	Total
A	Serbuk Kayu	(3-1)	2
B	*Adhesive*	(3-1)	2
C	Air	(3-1)	2
D	Pengeringan	(3-1)	2
Total Derajat Kebebasan			8

Pada tabel 3 diketahui bahwa degree of freedom dari faktor pada penelitian ini adalah delapan (8). Untuk mengetahui *degree of freedom orthogonal array* bisa didapatkan dengan mengalikan derajat kebebasan per

kolom dengan jumlah kolom. Berikuti ini adalah perhitungan *degree of freedom orthogonal array*.

L9 (3^4)

DoF = (Banyak Faktor) x (Banyak *Level* -1)
= 4 x (3-1) = 8

Dari perhitungan diatas diketahui bahwa desain *orthogonal array* L9 (3^4) sesuai dengan *degree of freedom* faktor-faktor kontrol pada penelitian. Dalam penelitian ini terdapat 4 faktor terkendali dengan masing-masing faktor memiliki 3 *level* faktor dan tidak ada interaksi antar faktor. Dengan jumlah faktor dan *level* yang ada dapat ditentukan jumlah eksperimen yang harus dibuat sesuai dengan orthogonal array L9 (3^4) adalah 9 kali eksperimen. Untuk replikasi guna mengurangi tingkat kesalahan dan meningkatkan ketelitian data percobaan adalah sebanyak 3 kali replikasi, dengan mempertimbangkan waktu dan juga biaya yang terbatas dalam penelitian ini. Sehingga sampel yang akan dibutuhkan dalam penelitian ini sebanyak 27 sampel. Berikut merupakan tabel dari matriks orthoghonal L9 (3^4) yang telah tersedia.

Tabel 4. Matriks *Orthogonal Array* L9 (3^4)

No. Eksperimen	Faktor Kontrol			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

3.4 Pengumpulan Data Eksperimen Taguchi

Untuk pengujian kuat lentur papan partikel dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Kontruksi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Brawijaya pada tanggal 14 Maret 2016. Pengujian kuat lentur papan partikel menggunakan alat *press machine* dan *load cell.* Spesimen uji yang akan dibuat berukuran 20 cm x 20 cm dengan ketebalan maksimal 1,5 cm dan komposisi material yang digunakan dalam pembuatan papan partikel ditimbang dengan satuan gram.

Pada tabel berikut ini merupakan tabel dari seluruh nilai rata-rata eksperimen dari eksperimen ke-1 sampai eksperimen ke-9.

Tabel 5. Hasil perhitungan nilai rata-rata

No. Eksperimen	Faktor Kontrol				Replikasi (kgf/cm^2)			Rata-rata
	A	B	C	D	1	2	3	
1	1	1	1	1	50,12	50,51	48,00	49,54
2	1	2	2	2	57,40	55,10	58,02	56,84
3	1	3	3	3	80,78	90,63	77,22	82,88
4	2	1	2	3	28,13	37,50	34,18	33,27
5	2	2	3	1	46,71	53,61	45,63	48,65
6	2	3	1	2	46,08	56,25	56,25	52,86
7	3	1	3	2	37,22	33,75	40,28	37,08
8	3	2	1	3	61,52	55,28	64,72	60,51
9	3	3	2	1	81,15	83,50	82,62	82,42

3.5 Pengolahan Data Eksperimen Taguchi

Setelah diketahui nilai dari rata-rata maka langkah selanjutnya yaitu menganalisis dengan menggunakan analisis variansi untuk nilai rata-rata dengan tujuan mencari *setting level* optimal dengan variansi yang rendah. Penentuan *setting level* optimal nilai rata – rata dilakukan dengan memilih *level* tertinggi pada setiap faktor.

Tabel 6. Tabel respon kuat lentur untuk nilai rata-rata eksperimen Taguchi

Level Faktor	**Faktor**			
	A	**B**	**C**	**D**
Level 1	63,09	39,96	54,30	60,21
Level 2	44,93	55,33	57,51	48,93
Level 3	60,00	72,72	56,20	58,88
Selisih	18,16	32,75	3,21	11,28
Ranking	2	1	4	3

Untuk faktor A nilai tertinggi terdapat pada *level* 1 yaitu 63,09 faktor B *level* 3 yaitu 72,72, faktor C *level* 2 yaitu 57,51 dan faktor D *level* 1 yaitu 60,21 nilai tertinggi pada stiap *level* diberi tanda *highlight kuning*.

Perhitungan data uji kelenturan dilakukan dengan melakukan perhitungan Anova pada data rata–rata kemudian melakukan *pooling up* terhadap faktor yang tidak berpengaruh signifikan terhadap kuat lentur. Berikut merupakan hasil *pooling up* dari anova rata – rata kuat lentur papan partikel.

Tabel 7. *Analysis of Variance* (ANOVA) nilai rata-rata *pooling*

Sumber	Pool	SS	DF	MS	F Ratio	SS'	Rho %	F Tabel 0,05 (2;22)
A		1699,79	2	849,89	46,81	1603,62	21,12	3,44
B		4833,60	2	2416,80	133,12	4737,44	62,41	3,44
C	Y	46,80	2	23,40	-	-	-	3,44
D	Y	684,23	2	342,12	-	-	-	3,44
Eror	Y	326,79	18	18,15	-	-	-	
Pooled e		1057,82	22	48,08	1	1250,15	16,47	
SST		7591,21	26	291,97		7591,21	100	
Mean		84688,29	1					
SS Total		92279,50	27					

Berdasarkan hasil perhitungan ulang *Analysis of Variance* (ANOVA) yang ditunjukkan pada diatas dapat diketahui bahwa faktor C dan faktor D dilakukan *pooling* dikarenakan kedua faktor tidak berpengaruh signifikan terhadap kuat lentur. Faktor-faktor yang memiliki pengaruh yang signifikan adalah Faktor A (Serbuk kayu) dan Faktor B (*Adhesive*) dilihat dari persen kontribusi (Rho %) yaitu masing-masing 21,12 % dan 62,41%.

Menurut Belavendram, jika persen kontribusi *eror* rendah (kurang dari 50%) maka dapat diasumsikan bahwa tidak ada faktor yang berpengaruh signifikan hilang dari eksperimen. Namun jika persen kontribusi *eror* tinggi (50% atau lebih) maka dapat diasumsikan bahwa beberapa faktor yang berpengaruh signifikan telah hilang dan dapat disimpulkan bahwa terdapat perhitungan *eror*/kesalahan yang besar dalam eksperimen tersebut [1]. Dari pernyataan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada faktor berpengaruh signifikan yang hilang dari eksperimen karena persen kontribusi *eror* pada hasil perhitungan *pooling of* (ANOVA) kurang dari 50% yaitu 16,47% dari jumlah kuadrat total dan persentase jumlah kuadrat/persen kontribusi (Rho%) dari faktor-faktor berpengaruh signifikan sebesar 83,53%.

Penentuan *setting level* optimal nilai SNR dilakukan dengan memilih *level* tertinggi pada setiap faktor. Pemilihan tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 8. Tabel respon *Signal to Noise Ratio*

Level Faktor	Faktor			
	A	B	C	D
Level 1	35,76	31,82	34,61	35,30
Level 2	32,76	34,78	34,55	33,58
Level 3	35,07	36,99	34,43	34,71
Selisih	3,01	5,17	0,17	1,71
Ranking	2	1	4	3

Tabel respon rata-rata digunakan untuk mencari *level* faktor optimal yang mempengaruhi rata-rata nya, sedangkan tabel respon *Signal to Noise Ratio* digunakan untuk mencari *level* faktor yang mempengaruhi variansinya. Untuk faktor A nilai tertinggi terdapat pada level 1 yaitu 35,76 faktor B level 3 yaitu 36,99, faktor C level 1 yaitu 34,61 dan faktor D level 1 yaitu 35,30 nilai tertinggi pada stiap level diberi tanda *highlight* kuning.

Dibawah ini merupakan hasil perhitungan ANOVA nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) untuk data variabel setelah *pooling up*.

Tabel 9. *Analysis of Variance* (ANOVA) nilai SNR *pooling*

Sumber	Pooled	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Rho%
A		14,86	2	7,43	6,46	12,56	20,98
B		40,40	2	20,20	17,55	38,10	63,63
C	Y	0,05	2	0,02	-	-	-
D	Y	4,56	2	2,28	-	-	-
Pooled e		4,60	4	1,15	1	9,21	15,38
SST		59,87	8	7,48		59,87	100
Mean			1				
Sstotal			9				

Berdasarkan hasil perhitungan ANOVA untuk nilai SNR di atas, dilakukan *pooling* setengah derajat kebebasan dari L9(3^4) yaitu terdapat 2 faktor yang dilakukan *pooling* yaitu faktor C dan D, faktor tersebut dipilih karena mempunyai nilai SS terendah dari ke empat faktor lainnya dan dapat diketahui bahwa faktor yang paling berpengaruh dengan kontribusi besar adalah faktor A selanjutnya faktor B. Dalam eksperimen ini, perhitungan SNR digunakan untuk mengoptimalkan faktor yang mempengaruhi variansi. Faktor lain juga memiliki pengaruh terhadap kuat lentur namun tidak sebesar Faktor A dan Faktor B. Pada Perhitungan persentase kontribusi menujukkan bahwa persen kontribusi *error* adalah sebesar 15,38 %, yang artinya tidak ada faktor berpengaruh signifikan yang hilang dari eksperimen.

Menurut Belavendram, mengenai rekomendasi *level* yang optimal, bahwa terdapat dua tahap dalam meningkatkan karakteristik kualitas yaitu mengurangi variansi dan menyesuaikan target sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan [6]. Tabel dibawah ini menunjukkan perbandingan pengaruh faktor-faktor dalam eksperimen *Taguchi* terhadap karakteristik kualitas yang diamati dalam penelitian ini.

Tabel 10. Tabel perbandingan pengaruh faktor pada eksperimen Taguchi

Faktor	Rata –Rata $\bar{Y}$	Variansi σ	Pengaruh	*Setting Level* yang dipilih
A	2	2	Berpengaruh dan kontribusi besar	A1
B	1	1	Berpengaruh dan kontribusi besar	B3
C	4	4	Berpengaruh dan kontribusi kecil	C2
D	3	3	Berpengaruh dan kontribusi kecil	D1

Kesimpulan yang dapat diambil dari penjelasan di atas adalah bahwa kombinasi *level* faktor yang optimal adalah Faktor A *Level*

1 (Serbuk Kayu: 80g), Faktor B *Level* 3 (*Adhesive*: 84g), Faktor C *Level* 2 (Air: 60g), Faktor D *Level* 1 (Pengeringan: 10 menit).

Tahap selanjutnya setelah mengetahui *setting level* optimal adalah membuat perkiraan kondisi optimal. Perkiraan ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai prediksi nilai rata-rata proses dan *signal to noise ratio* (SNR) proses yang diharapkan pada *level* optimal dengan hasil eksperimen konfirmasi. Apabila nilai prediksi dan hasil eksperimen nilainya hampir sama atau mendekati, maka dapat disimpulkan bahwa rancangan eksperimen Taguchi sudah memenuhi syarat eksperimen Taguchi.

Berdasarkan hasil perhitungan prediksi kondisi optimum nilai rata-rata diperoleh nilai $\mu_{prediksi}$ sebesar 79,8 dan nilai interval kepercayaan $\pm$6,18 untuk rentang selang kepercayaan yaitu 73,62 ≤ $\mu predicted$ ≤ 85,98. Untuk kondisi optimum SNR berdasarkan hasil perhitungan prediksi kondisi optimum SNR diperoleh nilai $\mu_{prediksi}$sebesar 38,22 dan nilai interval kepercayaan $\pm 2{,}22$ untuk rentang selang kepercayaan yaitu 36 ≤ $\mu predicted$ ≤ 40,33.

3.6 Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi merupakan tahap validasi hasil dari *setting* faktor dan *level* yang telah dihasilkan pada perhitungan sebelumnya. Dalam eksperimen konfirmasi menentukan *setting level* terbaik dari faktor-faktor yang signifikan merupakan tugas utama dari eksperimen ini. Untuk faktor-faktor yang mempunyai kontribusi yang kecil tetap dimasukkan dalam eksperimen ini dengan mengambil *level* yang terbaik.

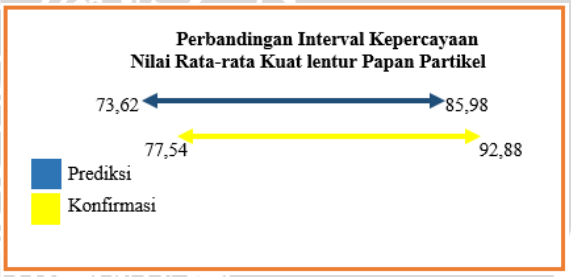
Eksperimen konfirmasi dilakukan dengan menggunakan *setting level* optimal yang sudah didapatkan sebelumnya yaitu kombinasi *level* faktor yang optimal adalah Faktor A *Level* 1 (Serbuk Kayu: 80g), Faktor B *Level* 3 (*Adhesive*: 84g), Faktor C *Level* 2 (Air: 60g), Faktor D *Level* 1 (Pengeringan: 10 menit).

Tabel berikut ini adalah data hasil eksperimen konfirmasi sebanyak 10 sampel papan partikel dengan *level* faktor optimal.

Tabel 11. Data hasil eksperimen konfirmasi

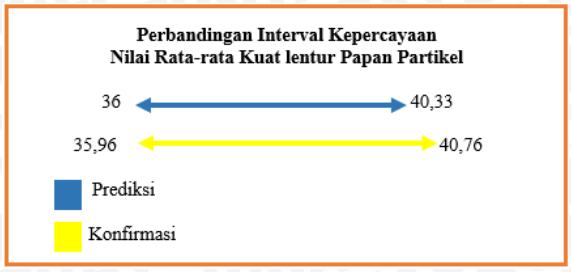
Eksperimen	Beban Maksimum (kg)	Ketebalan (cm)	Kuat lentur (kgf/cm^2)
1	26	0,65	69,23
2	29	0,6	90,63
3	30,5	0,6	95,31
4	29	0,6	90,63
5	30	0,6	93,75
6	30	0,62	87,80
7	26	0,65	69,23
8	30	0,6	93,75
9	24	0,63	68,03
10	30	0,6	93,75

Berdasarkan hasil perhitungan prediksi kondisi optimum rata-rata eksperimen konfirmasi diperoleh nilai $\mu_{prediksi}$ sebesar $85{,}21$ dan nilai interval kepercayaan $\pm 7{,}67$ untuk rentang selang kepercayaan yaitu 77,54 ≤ $\mu predicted$ ≤ 92,88 .Untuk kondisi optimum SNR konfirmasi, berdasarkan hasil perhitungan prediksi kondisi optimum SNR konfirmasi diperoleh nilai $\mu_{prediksi}$sebesar 38,36 dan nilai interval kepercayaan $\pm 2{,}40$ untuk rentang selang kepercayaan yaitu 35,96 ≤ $\mu predicted$ ≤ 40,76.



Gambar 2. Perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi pada nilai rata-rata

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa hasil eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata dapat diterima dengan pertimbangan selang kepercayaan. Gambar diatas menjelaskan bahwa hasil dari eksperimen konfirmasi masih berada dalam interval hasil optimal dan keputusan diterima.



Gambar 3. Perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi pada nilai SNR

Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil eksperimen konfirmasi untuk nilai SNR dapat diterima dengan pertimbangan selang kepercayaan. Berdasarkan perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi berdasarkan nilai rata-rata maupun SNR, dapat disimpulkan bahwa keputusan diterima. Artinya hasil dari eksperimen Taguchi dapat digunakan dan setting *level* optimal yaitu berupa rasio komposisi bahan baku dapat dijadikan acuan dalam eksperimen pembuatan papan partikel.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data ekperimen Taguchi, hasil dari perhitungan ANOVA nilai rata-rata didapatkan hasil bahwa persen kontribusi (Rho %) terbesar pada nilai rata-rata adalah Faktor B (*Adhesive*) sebesar 63,19%, selanjutnya diikuti Faktor A (Serbuk Kayu) sebesar 21,91%, sedangkan *Signal Noise to Ratio* (SNR) didapatkan hasil bahwa persen kontribusi (Rho %) terbesar pada nilai rata-rata adalah Faktor B (*Adhesive*) sebesar 63,63%, selanjutnya diikuti Faktor A (Serbuk kayu) sebesar 20,98%, Sehingga dapat disimpulkan faktor yang berpengaruh signifikan adalah Faktor B (*Adhesive*) dan faktor A (Serbuk kayu)

Berdasarkan pengolahan data ekperimen *Taguchi*, hasil dari tabel respon dan perhitungan ANOVA baik untuk nilai rata-rata maupun *Signal Noise to Ratio* (SNR) didapatkan *setting level* optimal dari faktor-faktor terkendali yaitu Faktor A Level 1 (Serbuk kayu: 80g), Faktor B Level 3 (*Adhesive*: 84g), Faktor C Level 2 (Air: 60g), Faktor D Level 1 (Pengeringan: 10 menit). Pemilihan *setting level* optimal tersebut semakin valid dengan dilakukannya eksperimen konfirmasi sebanyak 10 replikasi. Hasil dari eksperimen konfirmasi menunjukkan bahwa rata-rata nilai kuat lentur masih berada dalam interval hasil optimal/interval kepercayaan eksperimen *Taguchi* yang artinya hasil dari eksperimen *Taguchi* dapat digunakan dan rata-rata hasil dari eksperimen tersebut juga memenuhi kriteria dalam standar nasional Indonesia dengan acuan SNI 03-2105-2006 yaitu papan partikel biasa tipe 8 dengan kekuatan lentur minimum 82 kgf/cm^2.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kehutanan, Kementrian. 2014. Statistik Kementrian Kehutanan Tahun 2013. Kementrian Kehutanan. Juli 2014.

[2] *Forest Trends*., & Koalisi Anti Mafia Hutan. 2015. Kesenjangan Persediaan Kayu Legal dan Implikasinya Terhadap Peningkatan Kapasitas Industri Kehutanan di Indonesia. Febuari 2015

[3] Putri, A. & Sarah, N. 2011. Resin Urea Formaldehid dan Resin Fenol Formaldehid. *Makalah.* Tidak dipublikasikan. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.

[4] Soejanto, I. 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

[5] Standar Nasional Indonesia 03-2105-2006. 2007. *Papan Partikel*. Bogor: Standar Nasional Indonesia.

[6] Belavendram, Nicolo. 1995. *Quality by Design Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*. London : Prentice Hall International (UK) Limited.