



**TESIS (TM 092501)**

**OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN UNTUK  
KEKASARAN PERMUKAAN, GAYA POTONG DAN  
UMUR PAHAT PADA PROSES BUBUT DENGAN  
MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI-GREY-FUZZY  
PADA MATERIAL SKD 11**

Arum Soesanti  
2110201003

**DOSEN PEMBIMBING**  
Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D.  
Bambang Pramujati, S.T., M.Sc.Eng, Ph.D

**PROGRAM MAGISTER**  
**BIDANG KEAHLIAN SISTEM MANUFAKTUR**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA**  
**2012**



TESIS (TM 092501)

# THE USE OF TAGUCHI-GREY-FUZZY TO OPTIMIZE SURFACE ROUGHNESS, CUTTING FORCE AND TOOL LIFE IN TURNING OF SKD 11

Arum Soesanti  
2110201003

SUPERVISOR  
Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D.  
Bambang Pramujati, S.T., M.Sc.Eng, Ph.D

MASTER PROGRAM  
FIELD STUDY OF MANUFACTURING SYSTEM  
DEPARTEMENT OF MECHANICAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2012

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

**Magister Teknik (MT)**

di

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**ARUM SOESANTI**

NRP. 2110 201 003

Tanggal Ujian : 31 Januari 2012

Periode Wisuda : Maret 2012

Disetujui oleh:

*Bobby O.P. Soepangkat*

1. Ir. Bobby O.P. Soepangkat, M.Sc, Ph.D.  
NIP. 1953 05 16 197803 1 001

(Pembimbing 1)

*B. Pramusati*

2. Bambang Pramusati, S.T., M.Sc.Eng, Ph.D.  
NIP. 1969 12 03 199403 1 001

(Pembimbing 2)

*M. Sunaryo*

3. Dr. Sony Sunaryo, M. Si.  
NIP. 1964 07 25 198903 1 001

(Penguji)

*H. Subiyanto*

4. Ir. Hari Subiyanto, M. Sc.  
NIP. 1960 06 23 198803 1 002

(Penguji)



Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Dr. Ir. Adi Suprijanto, M.T.  
NIP. 1964 04 05 199002 1 001

# **OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN UNTUK KEKASARAN PERMUKAAN, GAYA POTONG DAN UMUR PAHAT PADA PROSES BUBUT DENGAN MENGGUNAKAN METODE GREY-FUZZY PADA MATERIAL SKD 11**

Nama Mahasiswa : Arum Soesanti  
NRP : 2110201003  
Pembimbing : Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D.  
Co-Pembimbing : Bambang Pramujati, S.T., M.Sc.Eng, Ph.D

## **ABSTRAK**

Pada proses pemesinan, penentuan *setting* parameter proses yang tepat untuk mencapai respon yang optimum sangat penting dilakukan secara efektif. Hal ini bertujuan untuk mengurangi proses coba-coba sehingga waktu dan biaya proses pemesinan dapat diminimalkan. Material baja SKD 11 merupakan salah satu jenis baja perkakas, yaitu material baja yang biasa digunakan sebagai pahat atau alat potong dalam proses permesinan (*cutting tools*), *punch* dan *dies*. Karena fungsinya tersebut maka komponen pemesinan yang dihasilkan dari SKD 11 diharapkan memiliki kresisian dan tingkat kekasaran permukaan yang baik. Selain gaya potong dan umur pahat, kekasaran permukaan merupakan salah satu karakteristik kinerja pemesinan pada proses bubut yang umumnya dijadikan respon karena berkaitan dengan sifat mampu mesin dari material. Teori dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menyatakan bahwa pada proses bubut material SKD 11 kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman potong mempunyai korelasi yang kuat dengan parameter-parameter proses pemesinan. Selain itu, geometri pahat seperti radius pojok pahat juga mempengaruhi ketiga karakteristik-karakteristik kinerja diatas, terutama terhadap kekasaran permukaan.

Penelitian ini akan mengoptimasi dari kekasaran permukaan, gaya potong dan umur pahat secara serentak dengan menggunakan kombinasi parameter pemesinan kecepatan potong, gerak makan, kedalaman potong dan radius pojok. Metode yang digunakan adalah metode Taguchi dan metode grey-fuzzy yang merupakan perpaduan metode *Grey Relational Analysis* (GRA) dan logika fuzzy. Penggunaan logika fuzzy untuk mengatasi ketidakjelasan dalam memberikan pembobotan sesuai karakteristik respon dalam GRA. Rancangan percobaan menggunakan matriks ortogonal L<sub>9</sub> untuk memvariasikan 4 buah parameter pada penelitian ini yang masing-masing memiliki tiga level. Faktor gangguan yang tidak dimasukkan ke dalam rancangan percobaan mengakibatkan eksperimen harus dilakukan dengan replikasi sebanyak tiga kali.

Hasil penelitian menunjukkan kontribusi dari faktor-faktor atau parameter proses dalam mengurangi variasi dari respon yang diamati, secara berurutan adalah radius pojok sebesar 38,61%, kecepatan potong sebesar 26,24 %, gerak makan sebesar 17,82 % dan kedalaman potong sebesar 16,83%. Dari hasil optimasi yang telah divalidasi dalam eksperimen konfirmasi, kombinasi faktor atau parameter proses pada proses bubut SKD 11 yang dapat menghasilkan nilai respon paling optimal adalah kecepatan potong pada level 314 m/menit, kedalaman potong pada level 0,50 mm, gerak makan pada level 0,15 mm/putaran dan radius pojok pahat pada level 0,4 mm.

Kata kunci: bubut, grey-fuzzy, optimasi

# THE USE OF TAGUCHI-GREY-FUZZY TO OPTIMIZE SURFACE ROUGHNESS, CUTTING FORCE AND TOOL LIFE IN TURNING OF SKD 11

By  
Student Identity Number  
Supervisor  
Co-Supervisor

: Arum Soesanti  
: 2110201003  
: Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D.  
: Bambang Pramujati, S.T., M.Sc.Eng, Ph.D

## ABSTRACT

Turning is a widely used machining process in which a single-point cutting tool removes material from the surface of a rotating cylindrical work piece. Three cutting parameters , i.e., cutting speed, feed rate, and depth of cut, must be determined in a turning operation. Common methods of evaluating machining performance in a turning operation are based on the following performance characteristics: tool life, cutting force, and surface roughness are strongly correlated with those three cutting parameters. Proper selection of the cutting parameters can obtain a longer tool life, a lower cutting force, and a better surface roughness. Hence, optimization of the cutting parameters based on the parameter design of the Taguchi method is adopted in this research to improve the tool life, cutting force, and surface roughness in turning SKD 11 .

Experiment design of  $L_9$  orthogonal array varied factor or cutting parameters such as cutting speed, feed rate, and depth of cut. Each factor was studied in three levels. Since noise factors are excluded from the experimental design, the experiments were conducted with replication. Optimization was done by using grey-fuzzy Taguchi method.

Nose radius is the biggest contributing factors in reducing variation of the studied responses, followed by cutting speed, feed rate and depth of cut. From the optimization result validated in the confirmation experiment, the process parameters combination that could produce the optimum responses are cutting speed of 314 m/min, depth of cut of 0,50 mm, feed rate of 0,15 mm/rev, and nose radius 0,4 mm.

Keyword: turning, grey-fuzzy, optimization

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL INDONESIA .....	i
HALAMAN JUDUL INGGRIS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
LEMBAR PERSEMPERBAHAN .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.2.1 Batasan Masalah .....	3
1.2.2 Asumsi Penelitian .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	5
<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	7
2.1 Proses Pemesinan Bubut .....	7
2.2 Elemen Dasar Proses Bubut .....	8
2.3 Sifat Mampu Mesin Material .....	11
2.4 Kekasaran Permukaan .....	11
2.5 Gaya Potong .....	15
2.6 Umur Pahat .....	17
2.7 Metode Taguchi .....	19
2.8 Metode Taguchi – Grey – Fuzzy .....	27
2.9 Persen Kontribusi .....	34
2.10 Eksperimen Konfirmasi .....	35
<b>METODE PENELITIAN .....</b>	37
3.1 Tahapan Penelitian .....	37
3.2 Variabel Penelitian .....	39
3.3 Karakter Respon Optimal .....	40
3.4 Bahan dan Peralatan .....	40
3.5 Rancangan Percobaan .....	44
3.5.1 Pemilihan Level dari Variabel Proses .....	44
3.5.2 Pemilihan Matriks Ortogonal .....	46
3.5.3 Prosedur Percobaan .....	48
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	51
4.1 Data Hasil Eksperimen .....	51
4.2 Perhitungan Rasio S/N .....	52
4.3 Normalisasi Rasio S/N .....	53
4.4 Grey Relational Coefficient .....	54
4.5 Fuzzification.....	56
4.6 Fuzzy Rule .....	58
4.7 Defuzzification.....	61

	4.8 Hasil Optimasi .....	63
	4.9 Analisis Variansi dan Persen Kontribusi .....	65
	4.10 Eksperimen Konfirmasi .....	67
BAB V	4.11 Pengaruh Faktor yang Signifikan terhadap Respon Individu	70
	KESIMPULAN DAN SARAN .....	75
	5.1 Kesimpulan .....	75
	5.2 Saran .....	76
	DAFTAR PUSTAKA .....	xiv
	LAMPIRAN .....	L-1

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Kekasaran Dan Tingkat Kekasaran (Rochim, 2001) .....	13
Tabel 2.2	Matriks Ortogonal .....	23
Tabel 2.3	Tabel Analisis Variansi .....	24
Tabel 2.4	Penempatan Rasio S/N .....	29
Tabel 2.5	Tabel Respon Grey Fuzzy Rasoning Grade .....	34
Tabel 3.1	Variabel Bebas Penelitian .....	46
Tabel 3.2	Total Derajat Kebebasan Variabel Bebas dan Levelnya .....	46
Tabel 3.3	Matriks Ortogonal .....	47
Tabel 3.4	Tampilan Data Hasil Eksperimen .....	48
Tabel 4.1	Data Hasil Eksperimen .....	51
Tabel 4.2	Rasio S/N untuk Masing-Masing Respon .....	53
Tabel 4.3	Normalisasi Rasio S/N Masong-Masing Respon .....	54
Tabel 4.4	<i>Deviation Sequence</i> Masing-Masing Respon.....	55
Tabel 4.5	<i>Grey Relational Coefficient</i> Masing-Masing Respon.....	55
Tabel 4.6	Fuzzy Rule.....	58
Tabel 4.7	<i>Grey-Fuzzy Reasoning Grade</i> (GFRG).....	63
Tabel 4.8	Rata-Rata Nilai GFRG pada Masing-Masing Level Parameter Proses .....	63
Tabel 4.9	Kombinasi Faktor untuk Respon Optimum .....	64
Tabel 4.10	ANAVA dan Kontribusi Faktor pada GFRG.....	66
Tabel 4.11	Kombinasi Faktor pada Eksperimen Konfirmasi .....	67
Tabel 4.12	Rasio S/N pada Kombinasi Awal dan Kombinasi Optimum ....	67
Tabel 4.13	<i>GFRG</i> Kondisi Awal dan Kombinasi Optimasi .....	68
Tabel 4.14	Perbandingan Respon dengan Menggunakan Kombinasi Awal dan Kombinasi Optimasi .....	69
Tabel 4.15	Persen Kontribusi Faktor Signifikan terhadap Respon Individu	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi Proses Bubut .....	7
Gambar 2.2	Proses Bubut (Rochim, 1993) .....	8
Gambar 2.3	Penyimpangan Rata-rata Aritmatika (Juhana, 2000) .....	12
Gambar 2.4	Parameter dalam Profil Permukaan (Rochim, 2001) .....	12
Gambar 2.5	Ilustrasi Kekasaran Permukaan Secara Teoritik (Kalpakjian, 2006) .....	14
Gambar 2.6	Lingkaran Gaya Pemotongan (Rochim, 1993) .....	15
Gambar 2.7	Keausan Pahat (Kalpakjian, 2008) .....	18
Gambar 2.8	Pertumbuhan keausan tepi pahat yang digunakan untuk memotong benda kerja pada suatu kondisi pemotongan tertentu dengan kecepatan potong yang berbeda (Rochim, 1993) .....	19
Gambar 2.9.	Langkah-langkah Optimasi Taguchi-Grey-Fuzzy.....	28
Gambar 2.10	Representasi Kurva Segitiga .....	31
Gambar 2.11	Representasi Kurva Trapezium .....	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Tahapan Penelitian .....	37
Gambar 3.2	Nikon <i>Measurescope</i> .....	41
Gambar 3.3	Mitutoyo <i>Surftest 401</i> .....	42
Gambar 3.4	Mistar Ingsut .....	43
Gambar 3.5	V-blok .....	43
Gambar 3.6	<i>Dial indicator</i> dan Dudukan .....	44
Gambar 4.1	Fungsi Keanggotaan untuk Kekasaran Permukaan, Gaya Potong, Gaya Makan dan Umur Pahat .....	57
Gambar 4.2	Fungsi Keanggotaan Multirespon grey- Fuzzy Reasoning Grade .....	58
Gambar 4.3	Prosedur Penalaran Logika Fuzzy untuk GFRG.....	61
Gambar 4.4	Plotting Rata-Rata Nilai GFRG pada Masing-Masing Level Parameter Proses .....	64
Gambar 4.5	Nilai Kekasaran yang Dicapai oleh Beberapa Pengerjaan.....	69
Gambar 4.6	Grafik Kecepatan Potong terhadap rasio $R_a$ Aktual-Teoritik....	71

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Material dan Pahat .....	L- 1
Lampiran 2	Data Gaya Potong dan Gaya Makan .....	L- 2
Lampiran 3	Data Kekasaran Permukaan .....	L-70
Lampiran 4	Data Umur Pahat .....	L-71
Lampiran 5	Eksperimen Konfirmasi .....	L-76
Lampiran 6	Tabel-Tabel ANAVA .....	L-70

## KATA PENGANTAR

Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan rahmat dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini. Tesis dengan judul **“OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN UNTUK KEKASARAN PERMUKAAN, GAYA POTONG DAN UMUR PAHAT PADA PROSES BUBUT DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI-GREY-FUZZY PADA MATERIAL SKD 11”** disusun sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Sistem Manufaktur, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak atas segala dedikasinya yang telah membantu penyusunan tesis ini hingga selesai. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ir. Bobby O. P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang sangat inspiratif, disiplin dan sabar menuntun penyusunan tesis ini.
2. Bapak Bambang Pramujati, S.T., M.Sc.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan dosen pembimbing yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
3. Bapak Dr.Ing. Ir. I Made Londen Batan, M.Eng, selaku Koordinator Program Magister Teknik Mesin atas segala perhatiannya.
4. Bapak Dr. Sony Sunaryo, M.Si., dan Bapak Ir. Hari Subiyanto, M.Sc., yang telah bersedia menjadi dosen penguji demi kesempurnaan tesis ini.
5. Seluruh staf pengajar di Jurusan Teknik Mesin yang selalu memberi atmosfer kampus yang menyenangkan.
6. Seluruh staf dan karyawan Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Program Pascasarjana ITS atas bantuan dan dukungannya selama studi.
7. Semua teman–teman Simanu angkatan tahun 2009 dan tahun 2010 atas segala bantuan dan dukungannya, dan Bapak Bayu Wiro Kurniawan yang membantu proses pemesinan.

8. Rekan-rekan dosen Teknik Manufaktur Universitas Surabaya atas segala dukungan yang telah diberikan selama studi.
9. Bapak Thomas staf Laboratorium CNC Universitas Surabaya sebagai pendamping pengujian kekasaran permukaan.
10. Keluarga yang selalu memberi dukungan, doa dan semangat.

Naskah tesis ini disusun selain untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan studi Program Magister, juga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan khususnya di bidang proses manufaktur.

Tiada gading yang tak retak. Sebagai tanggung jawab atas segala kekurangan, penulis membuka diri untuk segala kritik dan masukan yang konstruktif untuk tulisan ini.

Surabaya, 10 Februari 2012

Penulis

**LEMBAR PERSEMBAHAN**



Tesis ini kupersembahkan untuk

*Juru slamatku  
Tuhan Yesus Kristus  
dan  
Suamiku tersayang  
Sony Prayogi*

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Baja SKD 11 merupakan salah satu jenis baja perkakas yang memiliki ketahanan yang tinggi terhadap keausan dan memiliki stabilitas yang tinggi dalam pengerasan. Selain itu, baja SKD 11 juga memiliki kekuatan tekan yang tinggi sehingga baja SKD 11 biasa digunakan sebagai pahat atau alat potong (*cutting tools*), dalam proses pemesinan, serta *punch* dan *dies* dalam proses pembentukan seperti *blanking*, *shearing*, *bending*, *forming*, dan *deep-drawing*. Baja SKD 11 memiliki tingkat kekerasan yang cukup tinggi, yaitu 50 HRC hingga 62 HRC. Proses bubut (*turning*) untuk material yang memiliki kekerasan antara 45 HRC hingga 70 HRC disebut sebagai proses *hard turning*. Oleh karena itu, proses bubut untuk baja SKD 11 dapat juga disebut sebagai proses *hard turning*.

Saat ini, *hard turning* merupakan salah satu fokus dari perkembangan penelitian pada proses bubut di industri manufaktur. Salah satu penelitian mengenai *hard turning* yang dilakukan oleh Davim (2006) membahas mengenai sifat mampu mesin (*machinability*) pada material *cold work tool steel* D2 (SKD 11) pada proses bubut dengan menggunakan pahat *ceramic*. Pada penelitian tersebut, kriteria yang digunakan untuk menentukan *machinability* dari baja SKD 11 adalah kekasaran permukaan, keausan tepi pahat dan gaya potong spesifik. Selain itu, kriteria lain yang sering digunakan dalam penentuan *machinability* adalah gaya potong dan umur pahat.

Kekasaran permukaan merupakan salah satu karakteristik kualitas yang kritis untuk produk akhir hasil dari proses pemesinan baja SKD 11. Penelitian tentang kekasaran permukaan pada proses pemotongan logam cukup banyak dilakukan melalui berbagai eksperimen. Parameter pemesinan yang paling besar pengaruhnya terhadap kekasaran permukaan pada proses bubut baja paduan Ti-6Al-4V adalah gerak makan (Hascalik, 2007). Lima dan rekan-rekannya (2005) menyatakan bahwa kekasaran permukaan pada proses bubut material AISI D2 juga dipengaruhi oleh gerak makan, selain oleh kecepatan potong.

Tingkat kekasaran permukaan memang harus diperhatikan dalam pembuatan produk, namun faktor lain yang tidak kalah pentingnya adalah biaya pembuatan produk. Dalam proses pemesinan, biaya pembuatan produk banyak dipengaruhi oleh jumlah pahat yang digunakan dalam proses produksi. Pahat yang digunakan semakin banyak apabila sering terjadi penggantian pahat karena pendeknya umur pahat, sehingga biaya yang dikeluarkan juga menjadi semakin besar.

Umur pahat didefinisikan sebagai suatu periode waktu penggunaan pahat dimana rata-rata keausan tepi pahat telah mencapai 0,3 mm, atau maksimum keausan tepi yang terjadi adalah 0,6 mm. Untuk mencapai periode waktu tersebut dibutuhkan waktu pemotongan yang cukup lama dan jumlah material yang cukup banyak, Oleh karena itu, Aslan (2006) dan Gaitonde (2009) menggunakan panjang keausan tepi pahat sebagai respon tujuan untuk pemodelan proses maupun penentuan *machinability*.

Selain kekasaran permukaan dan keausan tepi pahat, pengukuran gaya potong juga disertakan dalam penelitian-penelitian karena gaya potong memiliki pengaruh terhadap daya pemotongan pada mesin bubut. Semakin besar gaya potong yang terjadi, maka semakin besar pula daya pemotongan yang dibutuhkan dan energi yang dikonsumsi. Gaya potong dan konsumsi daya merupakan respon tujuan yang digunakan Gupta (2010) dalam melakukan optimasi proses pemesinan, dengan kecepatan potong, gerak makan, kedalaman potong dan radius pojok (*nose radius*) sebagai parameter prosesnya.

Radius pojok memiliki pengaruh yang signifikan dalam proses pemotongan logam. Chou (2004) yang meneliti pengaruh radius pojok pada proses *finishing* pada bubut baja AISI 52100 membuktikan bahwa semakin besar radius pojok yang digunakan, semakin rendah juga kekasaran permukaan yang dihasilkan.

Pada proses pemesinan, penentuan kombinasi parameter proses yang tepat untuk mencapai respon yang optimum sangat penting untuk dilakukan secara efektif. Hal ini bertujuan untuk mengurangi proses coba-coba sehingga waktu dan biaya proses pemesinan dapat diminimalkan. Selain pengaruh parameter proses terhadap respon, penentuan kombinasi parameter untuk mencapai respon yang optimum telah menjadi fokus penelitian pada proses pemesinan.

Penentuan kombinasi parameter-parameter proses pemesinan untuk optimasi secara serentak dari beberapa respon, cukup sulit dilakukan karena kompleksitas yang dimiliki dan harus mengandalkan sejumlah besar rangkaian percobaan. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk optimasi pada proses pemesinan adalah metode Taguchi, *Respon Surface Design Methodology* (RSM), dan *Iterative Mathematical Search Technique* (Mukherjee, 2006).

Metode Taguchi digunakan untuk optimasi proses pada satu respon. Namun, adanya kolaborasi dengan metode *Grey Relational Analysis* dan *Fuzzy Logic*, metode Taguchi telah dapat digunakan untuk melakukan optimasi terhadap beberapa respon secara serentak. Tzeng (2009) melakukan penelitian mengenai optimasi pada proses bubut CNC untuk material SKD 11 dengan menggunakan metode Taguchi dan *Grey Relational Analysis*. Parameter proses yang digunakan dalam penelitian ini adalah kecepatan potong, kedalaman potong, gerak makan dan rasio campuran cairan pendingin yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedalaman potong merupakan faktor yang paling signifikan berpengaruh menurunkan kekasaran permukaan rata-rata, menurunkan kekasaran permukaan maksimum dan mencapai kebulatan yang diinginkan.

Gupta (2010) melakukan penelitian tentang kombinasi beberapa faktor pada proses bubut CNC material AISI P-20 yang bertujuan mengoptimalkan respon kekasaran permukaan, konsumsi daya, gaya potong dan umur pahat secara serentak. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan metode Taguchi dan logika *Fuzzy*. Parameter proses pemesinan yang digunakan adalah kecepatan potong, gerak makan, kedalaman potong, dan radius pojok. Selain itu penggunaan cairan pendingin juga menjadi salah satu faktor yang diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gerak makan, kedalaman potong, dan penggunaan cairan pendingin memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon.

Ahilan (2010) melakukan penelitian yang bertujuan mengoptimasi konsumsi daya dan kekasaran permukaan secara serentak pada proses bubut CNC material AISI 304 dengan menggunakan metode Taguchi – *Grey*. Pada penelitian tersebut, parameter proses pemesinan yang digunakan adalah kecepatan potong, gerak makan, kedalaman potong dan radius pojok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan potong memiliki kontribusi tertinggi sebesar 35,47%, diikuti oleh gerak

makan yang memiliki kontribusi sebesar 26,12%, kedalaman potong yang memiliki kontribusi sebesar 18,6% dan radius pojok yang memiliki kontribusi sebesar 10,63%. Hasil eksperimen konfirmasi menunjukkan bahwa ada penurunan konsumsi daya dan kekasaran permukaan sesuai dengan karakteristik kualitas yang diharapkan yaitu semakin kecil semakin baik.

Berdasarkan hal-hal yang telah dipaparkan, perlu dilakukan penelitian tentang penentuan *setting* parameter-parameter pemesinan pada proses *hard turning* untuk menghasilkan kekasaran permukaan, gaya potong dan keausan tepi pahat yang optimal. Metode optimasi yang digunakan adalah metode Taguchi - Grey-Fuzzy dengan mempertimbangkan bahwa metode ini memberikan hasil yang baik dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Material yang akan digunakan dalam penelitian proses *hard turning* ini adalah SKD 11 (AISI D2).

## 1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan adalah:

1. Apakah faktor-faktor seperti kedalaman potong, kecepatan potong, gerak makan, dan radius pojok (*nose radius*) memiliki kontribusi dalam mengurangi variasi dari respon kekasaran permukaan, gaya potong dan umur pahat.
2. Bagaimana *setting* yang tepat dari faktor-faktor tersebut pada proses bubut, sehingga dapat meminimumkan kekasaran permukaan, gaya potong dan umur pahat.

### 1.2.1 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat berjalan secara fokus dan terarah serta dapat mencapai tujuan yang diinginkan, batasan masalah yang diberlakukan adalah:

1. Tidak membahas masalah biaya selama proses pemesinan.
2. Tidak menghitung waktu pemesinan selama proses pemesinan.
3. Penelitian dilakukan sesuai dengan batas kemampuan dari mesin yang digunakan.
4. Proses pembubutan yang dilakukan adalah proses bubut silindris orthogonal.

5. Tidak menggunakan cairan pendingin dalam proses pemesinan (*dry cutting*).
6. Umur pahat pada penelitian ini didefinisikan sebagai waktu untuk mencapai rata-rata keausan tepi pahat (VB) sebesar 0,3 mm.

### **1.2.2 Asumsi Penelitian**

Adapun asumsi-asumsi yang diberlakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang tidak diteliti dianggap selalu konstan dan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap hasil penelitian.
2. Material benda kerja maupun pahat memiliki komposisi kimia dan mekanik yang homogen.
3. Mesin dan operator bekerja dalam kondisi baik selama proses pemesinan
4. Alat ukur yang digunakan dalam keadaan layak dan terkalibrasi.
5. Tidak terdapat interaksi yang signifikan antara faktor-faktor yang diteliti.

### **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian berdasarkan perumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya kontribusi faktor-faktor pada proses bubut seperti: kedalaman potong, kecepatan potong, gerak makan, dan radius pojok dalam mengurangi variasi dari respon kekasaran permukaan, gaya potong dan umur pahat.
2. Menentukan kombinasi faktor kedalaman potong, kecepatan potong, gerak makan, dan radius pojok (*nose radius*) untuk menghasilkan respon yang optimum pada proses bubut, sehingga dapat meminimumkan kekasaran permukaan, gaya potong dan memaksimalkan umur pahat pahat.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh melalui penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyempurnakan penelitian-penelitian terdahulu yang mengangkat masalah tentang optimasi kekasaran permukaan, gaya potong dan umur pahat pada proses bubut.

2. Sebagai bahan referensi bagi penelitian sejenisnya dalam rangka pengembangan pengetahuan tentang optimasi kekasaran permukaan, gaya potong dan umur pahat pada proses bubut.
3. Menambah *database* tentang pengaturan setting faktor pada proses bubut untuk mengoptimasi kekasaran permukaan, gaya potong dan umur pahat sehingga biaya produksi dapat dikurangi. Dengan adanya keberadaan dari *database* tersebut akan membantu industri pemesinan dalam menentukan parameter proses yang optimum pada proses bubut dengan material SKD 11.

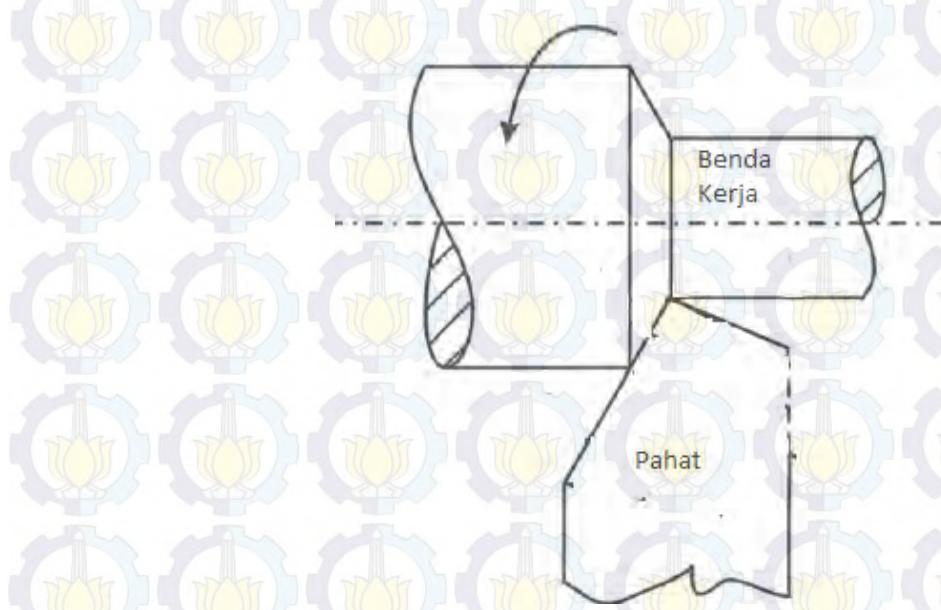
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Proses Pemesinan Bubut

Proses pemotongan logam merupakan salah satu proses yang penting di industri manufaktur, bahkan proses pemesinan telah menjadi inti dari industri manufaktur sejak revolusi industri (Venkata, 2006). Penelitian tentang proses pemotongan logam biasanya difokuskan pada *machinability* yang mencakup umur pahat, gaya-gaya potong, kekasaran permukaan, laju pembuangan geram, dan bentuk geram. Selain itu, penelitian juga difokuskan pada penentuan kombinasi parameter pemesinan yang berpengaruh terhadap efisiensi proses dan karakteristik kualitas dari produk yang dihasilkan (Gupta, 2010).

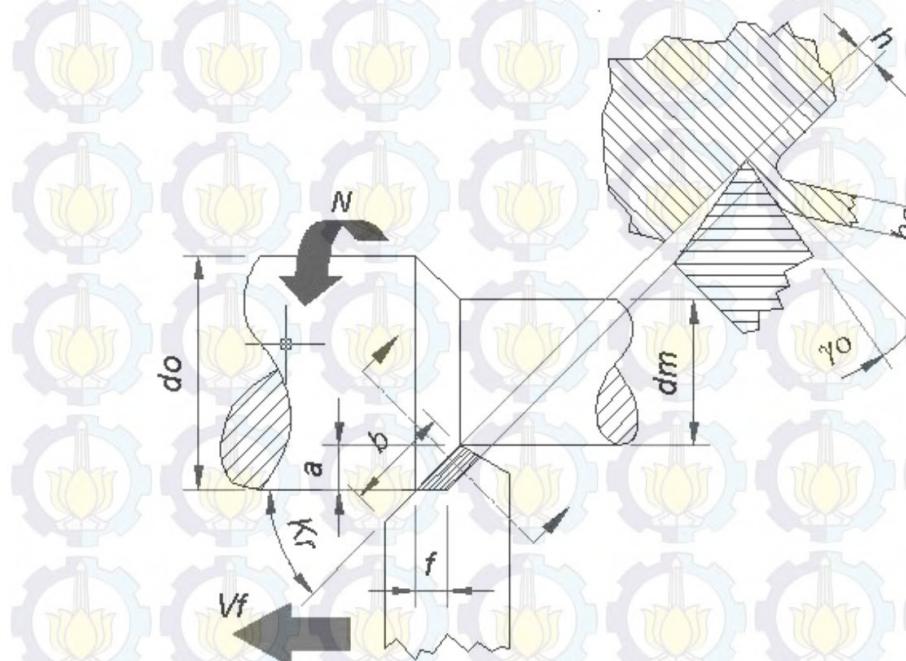
Salah satu proses pemesinan yang cukup banyak digunakan adalah proses bubut silindris. Pada proses ini, pemotongan benda kerja dilakukan dengan membuat sayatan pada benda kerja. Untuk melakukan pemotongan, pahat digerakkan secara translasi dan sejajar dengan sumbu dari benda kerja yang berputar. Ilustrasi proses bubut silindris dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Ilustrasi Proses Bubut Silindris

## 2.2 Elemen Dasar Proses Bubut

Tiga parameter utama pada proses bubut adalah kecepatan potong (*speed*), gerak makan (*feed*), dan kedalaman potong (*depth of cut*). Faktor yang lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat juga memiliki pengaruh yang cukup besar, namun tiga parameter di atas merupakan bagian yang dapat diatur oleh operator langsung pada mesin bubut.



**Gambar 2.2 Proses Bubut (Rochim, 1993)**

Elemen-elemen dasar dari proses bubut yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 (Rochim, 1993) adalah:

- Geometri benda kerja, dengan
  - $d_o$  = diameter awal; (mm)
  - $d_m$  = diameter akhir; (mm)
  - $l_t$  = panjang pemotongan; (mm)
- Geometri pahat, dengan
  - $K_r$  = sudut potong utama; ( $^{\circ}$ )
  - $\gamma_0$  = sudut geram; ( $^{\circ}$ )
  - $R$  = radius pojok pahat: (mm)

- Kondisi pemotongan,dengan  
 $a$  = kedalaman potong; (mm)

$$a = \frac{d_o - d_m}{2} \quad (2.1)$$

$$f = \text{gerak makan; (mm/put)}$$

$$n = \text{putaran spindel; (rpm)}$$

Berdasarkan elemen-elemen dasar tersebut, kondisi pemotongan dapat ditetapkan dengan menggunakan persamaan-persamaan (Rochim, 2001) berikut ini.

- Kecepatan potong (m/menit)

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.2)$$

dengan:

$d$  = diameter rata-rata benda kerja (mm)

$$d = \frac{d_o + d_m}{2} \quad (2.3)$$

- Kecepatan makan (mm/menit)

$$V_f = f \cdot n \quad (2.4)$$

- Waktu pemotongan (menit)

$$t_c = \frac{L_t}{V_f} \quad (2.5)$$

- Kecepatan pembuangan geram ( $\text{cm}^3/\text{menit}$ )

$$Z = f \cdot a \cdot V \quad (2.6)$$

Pada pemotongan ortogonal, besarnya sudut potong utama ( $K_r$ ) yang ditentukan oleh geometri pahat dan cara pemasangan pahat pada mesin bubut adalah  $90^\circ$ . Untuk gerak makan dan kedalaman potong yang tetap, lebar pemotongan (b) dan tebal geram sebelum terpotong (h) dirumuskan sebagai berikut:

- Lebar pemotongan (mm)

$$b = \frac{a}{\sin K_r}; b = a \quad (2.7)$$

Tebal geram sebelum terpotong (mm)

$$h = f \cdot \sin Kr ; h = f \quad (2.8)$$

Berdasarkan persamaan 2.7 dan 2.8, penampang geram pada pemotongan ortogonal dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A = b \cdot h = a \cdot f \quad (2.9)$$

Kondisi pemotongan yang paling banyak digunakan sebagai parameter proses dalam penelitian yang membahas proses bubut adalah kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman potong. Sebagai contohnya, Kazangcoglu (2011) dalam penelitiannya tentang optimasi proses bubut dengan menggunakan metode Grey berbasis Taguchi, menyatakan bahwa ketiga parameter tersebut sebaiknya dipilih untuk mendapatkan kekasaran permukaan dan gaya potong yang lebih rendah. Manna dan Bhattacharyya (2004) melakukan penelitian tentang besarnya kontribusi kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan benda kerja pada proses bubut material Al/SiC-MMC. Kontribusi dari kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan yang didapatkan dalam penelitian tersebut berturut-turut adalah sebesar 26,89%, 27,14% dan 27,31%.

Hascalik (2007) menggunakan kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman potong dalam melakukan optimasi umur pahat dan kekasaran permukaan pada proses bubut material Ti-6Al-4V. Pada penelitian tersebut, parameter yang memiliki kontribusi terbesar untuk kekasaran permukaan adalah gerak makan, yaitu sebesar 54,5%. Untuk umur pahat, parameter yang memiliki kontribusi terbesar adalah kecepatan potong.

Proses *hard turning* adalah proses bubut yang dilakukan pada material yang memiliki kekerasan sebesar 45 – 70 HRC. Chou (2004) melakukan penelitian proses *finishing* pada *hard turning*. Penelitian tersebut menggunakan radius pojok sebagai salah satu parameter pemesinan disamping kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman potong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa radius pojok lebih memberikan manfaat pada penurunan kekasaran permukaan dibandingkan dengan penurunan keausan pahat.

### 2.3 Sifat Mampu Mesin Material

Proses pemesinan tidak lepas dari *machinability* (sifat mampu mesin dari material). Hal ini dikarenakan sifat *machinability* mempunyai pengaruh terhadap hasil proses pemesinan yang dilakukan. Data *machinability* dari suatu material diperoleh dengan melakukan eksperimen dalam proses pemesinan. Pada proses tersebut, parameter proses diubah-ubah dalam mendapatkan respon yang diamati.

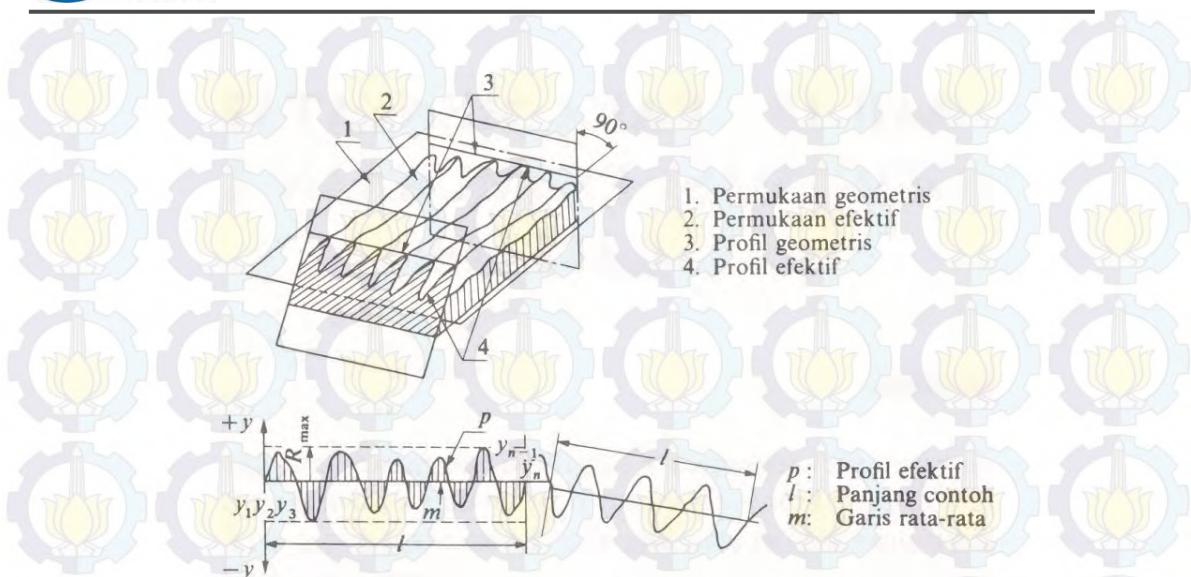
Banyak faktor yang mempengaruhi *machinability*, tetapi tidak banyak yang dapat digunakan untuk mengukurnya secara kuantitas. Tiga kriteria yang paling sering digunakan karena dapat diukur dan dibandingkan adalah:

- Kekasaran Permukaan
- Gaya Potong/Konsumsi Daya
- Umur Pahat

### 2.4 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan produk hasil dari suatu proses pemesinan (salah satunya adalah proses bubut) merupakan salah satu karakteristik kualitas yang kristis dalam bidang manufaktur maupun dalam perancangan komponen mesin (Rochim, 2001). Kekasaran permukaan merupakan penyimpangan rata-rata aritmatika dari garis rata-rata profil (Sato dan Sugiarto, 1994). Kalpakjian (1984) menyatakan bahwa penyimpangan rata-rata aritmatika ( $R_a$ ) merupakan jumlah rata-rata puncak tertinggi dan terendah dari setiap gelombang yang diukur pada panjang tertentu.

Juhana (2000) mendefinisikan penyimpangan rata-rata aritmatika ( $R_a$ ) sebagai harga rata-rata dari ordinat-ordinat profil efektif garis rata-ratanya. Profil efektif merupakan garis bentuk dari potongan permukaan efektif oleh sebuah bidang yang telah ditentukan secara konvensional terhadap permukaan geometris ideal. Ilustrasi yang lebih jelas terhadap permukaan geometris, permukaan efektif, profil geometris, dan profil efektif ditunjukkan pada Gambar 2.3.

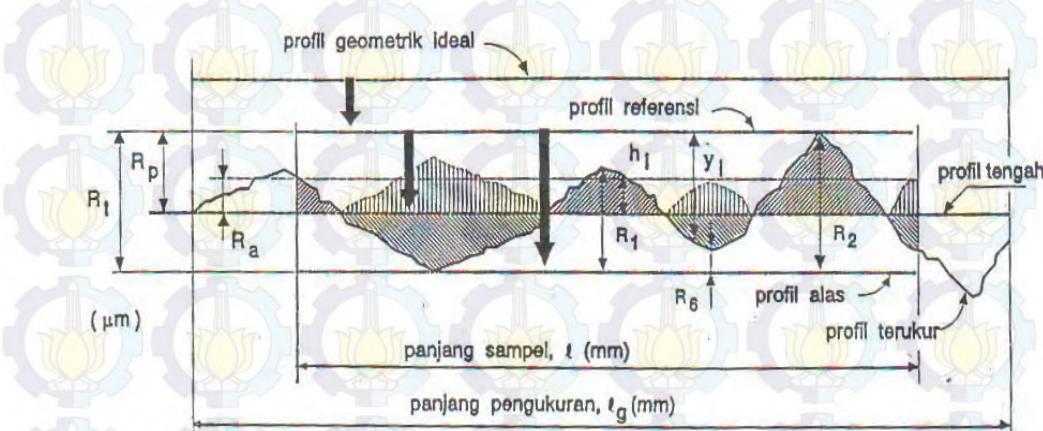


**Gambar 2.3 Penyimpangan Rata-rata Aritmatika (Juhana, 2000)**

Kekasaran permukaan yang banyak digunakan adalah kekasaran rata-rata aritmetik. Rochim (2001) mendefinisikan kekasaran rata-rata aritmetik ini sebagai harga rata-rata aritmetik bagi harga absolutnya jarak antara profil terukur dan profil tengah. Kekasaran permukaan rata-rata aritmetik tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |h_i| dx \quad (2.10)$$

Posisi  $R_a$  dan parameter kekasaran yang lain seperti bentuk profil, panjang sampel, dan panjang pengukuran yang dibaca oleh alat ukur kekasaran permukaan dapat dilihat pada gambar 2.4.



**Gambar 2.4 Parameter dalam Profil Permukaan (Rochim, 2001)**

ISO (*International Organization for Standardization*) telah mengklasifikasikan nilai kekasaran rata-rata aritmetik ( $R_a$ ) menjadi 12 tingkat kekasaran seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. Angka kekasaran permukaan ini bertujuan untuk menghindari kemungkinan terjadinya kesalahan dalam menginterpretasikan satuan harga kekasaran permukaan. Dengan adanya hal ini, kekasaran permukaan dapat dituliskan langsung dengan menyatakan harga  $R_a$  atau dengan menggunakan tingkat kekasaran ISO.

**Tabel 2.1 Nilai Kekasar dan Tingkat Kekasar (Rochim, 2001).**

Kekasar, $R_a$ ( $\mu\text{m}$ )	Tingkat kekasaran	Panjang sampel (mm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2,5
6,3	N9	
3,2	N8	0,8
1,6	N7	
0,8	N6	
0,4	N5	0,25
0,2	N4	
0,1	N3	
0,05	N2	0,08
0,025	N1	

Rochim (2001) menyatakan parameter  $R_a$  cocok digunakan untuk memeriksa kualitas permukaan akhir benda kerja yang dihasilkan dalam jumlah banyak, karena  $R_a$  lebih peka terhadap penyimpangan yang terjadi pada proses pemesinan bila dibandingkan dengan parameter-parameter kekasaran permukaan yang lain. Namun, jika identifikasi permukaan digunakan untuk menerangkan ketidakteraturan konfigurasi permukaan yang bersangkutan, parameter  $R_a$  sebenarnya tidak mempunyai dasar yang kuat untuk mengidentifikasi hal tersebut. Hal ini dikarenakan pada beberapa profil permukaan dapat memiliki nilai  $R_a$  yang hampir sama.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan (Rochim, 1993) dapat berasal dari:

1. Parameter pemesinan, yaitu kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman potong.

2. Geometri pahat, yaitu radius pojok dan sudut geram.
3. Sifat dari material benda kerja dan pahat.
4. Alat bantu dan cairan pendingin yang digunakan.
5. Jenis dan kualitas dari mesin yang digunakan.
6. Getaran antara pahat, benda kerja dan mesin.

Secara teoritik, kekasaran permukaan rata-rata aritmetik dapat dirumuskan (Kalpakjian, 2006) sebagai berikut:

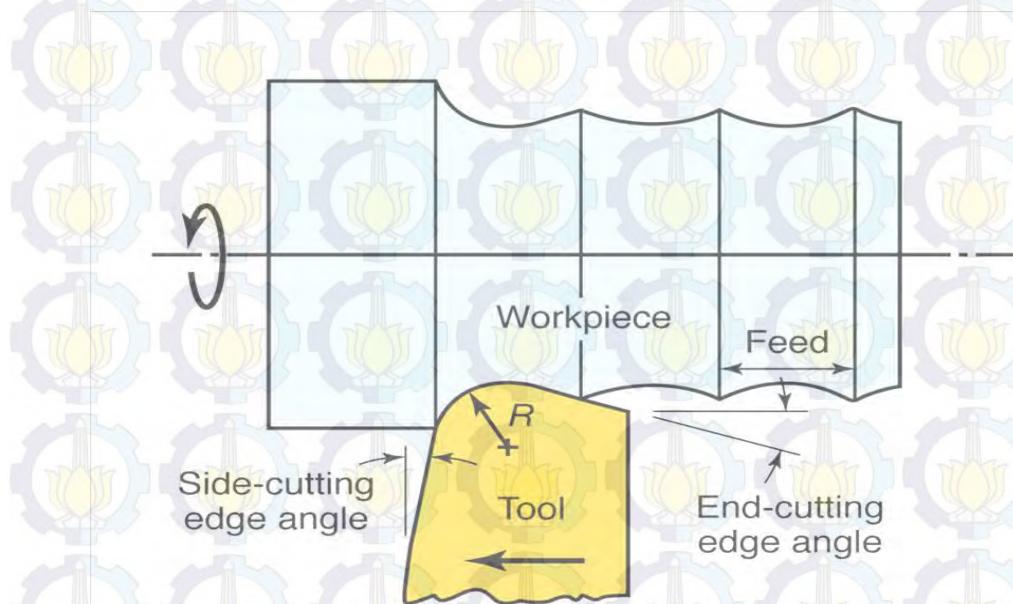
$$R_a = \frac{f^2}{32 R} \quad (2.11)$$

dengan:

$f$  = gerak makan (mm/put)

$R$  = radius pojok (mm)

Ilustrasi kekasaran permukaan secara teoritik yang diakibatkan oleh besarnya gerak makan dan radius pojok ditunjukkan pada gambar 2.5.



**Gambar 2.5 Ilustrasi Kekasaran Permukaan Secara Teoritik (Kalpakjian, 2006)**

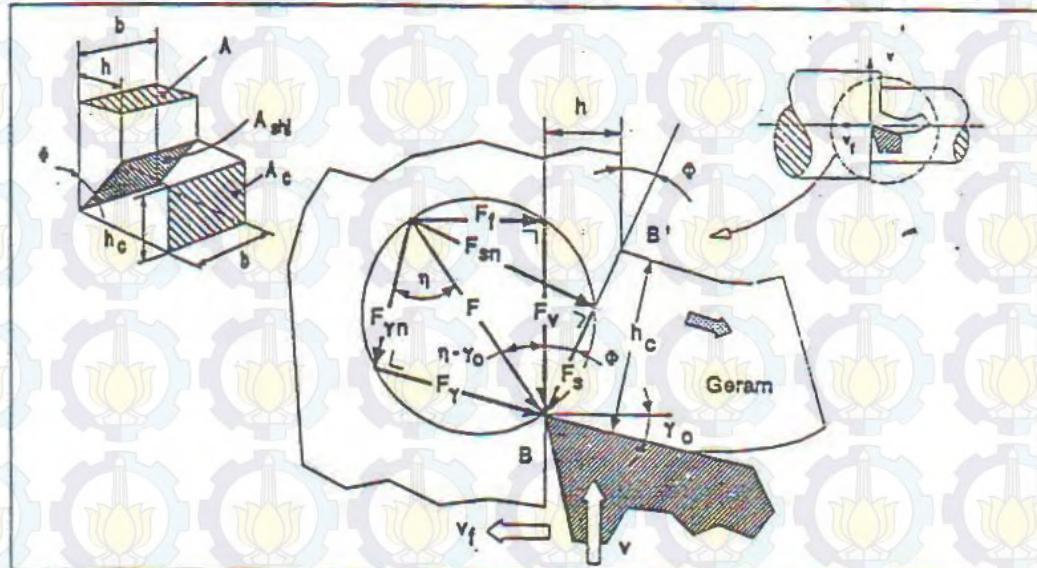
Model teoritik kekasaran permukaan tersebut belum sempurna karena belum mempertimbangkan getaran mesin dan sifat material. Selain itu, model juga tidak

mewakili pengaruh parameter proses, dimana kecepatan potong dan gerak makan memiliki pengaruh yang signifikan pada kekasaran permukaan (Davim, 2001). Davim (2006) juga membahas *machinability* dari material AISI D2, dan meneliti pengaruh dari parameter kecepatan potong, gerak makan dan waktu pemotongan terhadap keausan tepi pahat dan kekasaran permukaan. Parameter yang mempengaruhi kekasaran permukaan secara signifikan adalah waktu pemotongan (32%) dan gerak makan (29,6%).

Hasil penelitian proses bubut dengan menggunakan material yang sama (AISI D2) dan pahat sisipan campuran alumina, menyatakan bahwa kekasaran permukaan akan meningkat seiring dengan peningkatan gerak makan. Selain itu, kenaikan kecepatan potong akan menurunkan kekasaran permukaan sehingga nilainya berkisar antara  $0,28 \mu\text{m}$  sampai  $1,12 \mu\text{m}$  (Lima, 2005).

## 2.5 Gaya Potong

Penurunan persamaan teoritik gaya potong menurut sistem pemotongan ortogonal (sudut potong utama ( $K_r$ ) =  $90^\circ$  serta sudut miring ( $\lambda_s$ ) =  $0^\circ$ ) dilakukan berdasarkan teori lingkaran gaya pemotongan (Merchant) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Lingkaran Gaya Pemotongan (Rochim, 1993)

Asumsi yang digunakan pada sistem pemotongan ortogonal dimana gaya-gaya yang terjadi diuraikan dalam satu bidang adalah sebagai berikut (Rochim, 1993):

- mata potong sangat tajam sehingga tidak menggosok atau menggaruk benda kerja,
- deformasi terjadi hanya dalam dua dimensi,
- distribusi tegangan yang merata pada bidang geser,
- gaya aksi dan reaksi pahat terhadap bidang geram adalah sama besar dan segaris (tidak menimbulkan momen kopel).

Penguraian gaya pada pemotongan ortogonal dapat dilakukan dalam tiga cara, yaitu:

1. Gaya total ditinjau dari proses deformasi material, terdiri dari gaya geser ( $F_s$ ) dan gaya normal ( $F_{sn}$ ).
2. Gaya total diketahui dari dua komponen gaya hasil pengukuran langsung dengan dinamometer, yaitu gaya potong ( $F_v$ ) dan gaya makan ( $F_f$ ).
3. Gaya total pada bidang geram yang terdiri dari gaya gesek ( $F_\gamma$ ) dan gaya normal ( $F_{\gamma n}$ ).

Pada sistem pemotongan ortogonal, persamaan gaya potong secara teoritik (Rochim, 1993) adalah sebagai berikut:

$$F_v = \tau_{shi} \cdot a \cdot f \frac{\cos(\eta - \gamma_0)}{\sin \cdot \cos(\Phi + \eta - \gamma_0)} \quad (2.12)$$

dengan:

$F_v$  = gaya potong; (N)

$\tau_{shi}$  = tegangan geser pada bidang geser; (N/mm<sup>2</sup>)

$a \cdot f = A$  = penampang geram sebelum terpotong; mm<sup>2</sup>

$\gamma_0$  = sudut geram; (°)

$\Phi$  = sudut geser; (°)

$\eta$  = sudut gesek; (°)

Selanjutnya, gaya makan  $F_f$  dapat dihitung berdasarkan lingkaran Merchant pada Gambar 2.5 yaitu:

$$F_f = F_v \tan(\eta - \gamma_0) \quad (2.13)$$

Nilai gaya potong biasanya dipengaruhi oleh kondisi pemotongan (kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman potong), geometri dari pahat seperti sudut geram, dan sifat dari benda kerja. Hal ini dibuktikan oleh Qian dan rekan-rekan (2006) yang menggunakan pahat CBN, pahat TiAIN berlapis karbida dan pahat sisipan keramik untuk meneliti gaya potong dan temperatur pada bubut material 52100. Mereka menyatakan bahwa gaya potong akan meningkat seiring dengan kenaikan gerak makan, *tool edge radius*, sudut geram yang bernilai negatif dan kekerasan material. Khidhir (2009) juga menyatakan bahwa gerak makan lebih berpengaruh terhadap gaya potong daripada kecepatan potong. Penelitiannya dilakukan untuk mengembangkan model gaya potong pada proses bubut material Nikel C-276 dengan menggunakan metode permukaan respon.

## 2.6 Umur Pahat

Gesekan yang terjadi pada pahat oleh permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong, mengakibatkan pahat mengalami keausan. Keausan pahat ini akan makin membesar sampai batas tertentu, sehingga pahat tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan. Lamanya waktu untuk mencapai batas keausan ini yang didefinisikan sebagai umur pahat (*tool life*).

Data mengenai umur pahat ini sangat diperlukan dalam perencanaan proses pemesinan suatu komponen/produk, seperti penentuan periode waktu penggantian pahat supaya keausan pahat tidak mempengaruhi ketelitian dimensi produk (Budiman, 2007). Selain itu, umur pahat juga banyak digunakan sebagai variabel respon dalam melakukan penelitian yang berkaitan dengan sifat mampu mesin dari suatu material. Gupta (2010) yang melakukan proses optimasi proses dengan menggunakan metode Taguchi - *Fuzzy*, menggunakan umur pahat sebagai salah satu variabel respon yang dioptimasi.

Saat proses pemesinan berlangsung, pahat yang telah mencapai batas keausan yang telah ditetapkan akan menyebabkan:

- adanya kenaikan gaya potong,
- terjadinya getaran (*chatter*),
- penurunan kekasaran permukaan hasil pemesinan, dan/atau

- perubahan dimensi/geometri produk.

Penelitian yang dilakukan oleh Taylor pada proses pemesinan baja yang dipublikasikan pada tahun 1907, menghasilkan perumusan umur pahat sebagai berikut:

$$VT^n = C \quad (2.14)$$

dengan:

V = kecepatan potong

T = waktu untuk mencapai keausan tepi tertentu

n = nilai eksponen yang tergantung pahat, material benda kerja dan kondisi pemotongan

C = konstanta

Kecepatan potong merupakan variabel proses yang paling signifikan mempengaruhi umur pahat. Selain itu, kedalaman potong dan gerak makan juga signifikan pengaruhnya, sehingga persamaan 2.13 dapat diubah menjadi:

$$VT^n a^x f^y = C \quad (2.15)$$

dengan:

a = kedalaman potong

f = gerak makan

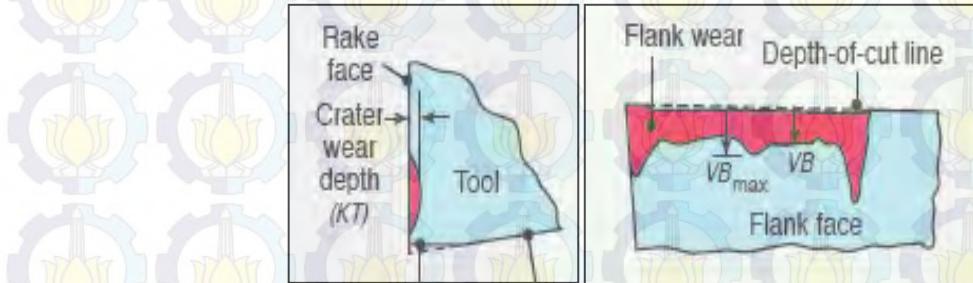
Nilai eksponen x dan y ditentukan berdasarkan eksperimen percobaan yang tergantung kondisi pemotongan. Rumusan umur pahat yang dikembangkan berdasarkan persamaan 2.13 adalah:

$$T = C^{1/n} V^{-1/n} a^{-x/n} f^{-y/n} \quad (2.16)$$

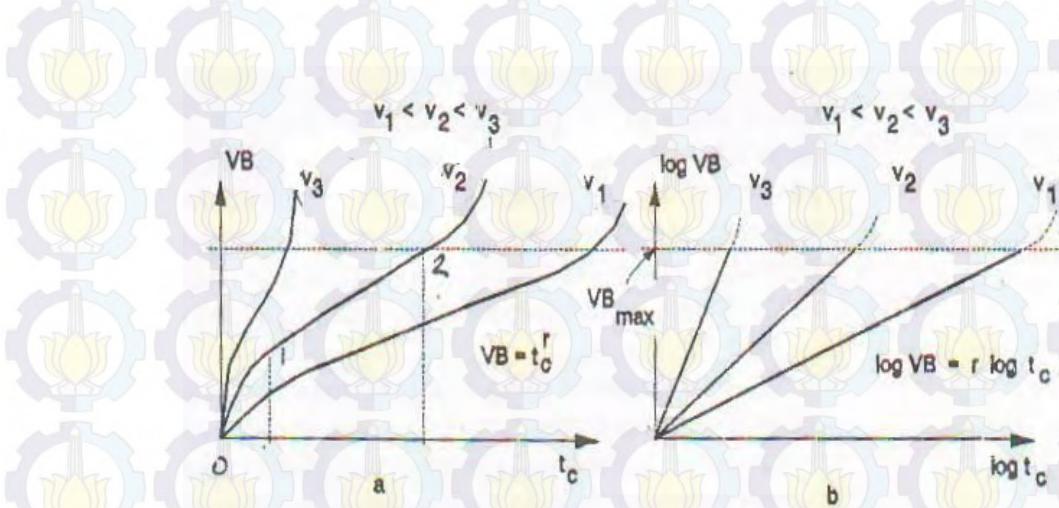
Umur pahat menurut kriteria yang direkomendasikan oleh ISO adalah periode waktu pemotongan dimana rata-rata keausan tepi pahat (VB) mencapai 0,3 mm dan/atau keausan tepi pahat maksimum bernilai 0,6 mm.

Ilustrasi dari keausan tepi pahat (*flank wear*) dapat dilihat pada Gambar 2.7 (Kalpkjian, 2008). Pertumbuhan keausan tepi pahat pada umumnya mengikuti bentuk sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.8. Pada awal pahat digunakan, keausan tepi pahat terjadi dengan pertumbuhan yang relatif cepat sesaat, kemudian diikuti pertumbuhan yang linier seiring dengan bertambahnya waktu

pemotongan, dan pada akhirnya pertumbuhan keausan tepi pahat yang cepat terjadi lagi.



Gambar 2.7 Keausan Pahat (Kalpakjian, 2008)



Gambar 2.8 Pertumbuhan keausan tepi pahat yang digunakan untuk memotong benda kerja pada suatu kondisi pemotongan tertentu dengan kecepatan potong yang berbeda (Rochim, 1993).

Parameter-parameter proses pemesinan yang sangat mempengaruhi umur pahat adalah kecepatan potong, dan diikuti oleh gerak makan serta kedalaman potong (Aouici, 2010; Talib, 2010; Hascalik, 2007; Singh, 2008; Oraby, 2004; Arsecularatne, 1996).

## 2.7 Metode Taguchi

Dr. Genichi Taguchi (1940) memperkenalkan metode Taguchi yang merupakan metodologi baru dalam bidang teknik dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses, serta bertujuan menekan biaya dan

*resources* seminimal mungkin. Soejanto (2009) menyatakan bahwa metode Taguchi menjadikan produk dan proses tidak sensitif terhadap berbagai faktor gangguan (*noise*). Metode Taguchi menjadikan produk dan proses memiliki sifat *robust* terhadap faktor-faktor gangguan tersebut, sehingga disebut sebagai *robust design*.

Metode Taguchi memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan metode desain eksperimen lainnya. Kelebihan-kelebihan tersebut antara lain (Soejanto, 2009):

1. Lebih efisien karena dapat melaksanakan penelitian yang melibatkan banyak faktor dan level faktor.
2. Dapat memperoleh proses yang menghasilkan produk secara konsisten dan *robust* terhadap faktor yang tidak dapat dikontrol.
3. Menghasilkan kesimpulan mengenai level dari faktor kontrol yang menghasilkan respon optimum.

Oleh karena metode Taguchi memiliki struktur rancangan yang sangat kompleks, maka metode ini juga memiliki rancangan yang mengorbankan pengaruh interaksi yang cukup signifikan. Untuk mengatasi hal tersebut, pemilihan rancangan percobaan harus dilakukan secara hati-hati dan sesuai dengan tujuan penelitian.

Desain eksperimen dengan menggunakan metode Taguchi dibagi menjadi tiga tahap utama yang mencakup semua pendekatan eksperimen, yaitu sebagai berikut:

### **1. Tahap Perencanaan**

Tahap ini terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut.

#### a. Perumusan Masalah

Masalah harus dirumuskan secara spesifik. Perumusan masalah harus jelas secara teknis sehingga dapat dituangkan ke dalam eksperimen yang akan dilakukan.

#### b. Penentuan Tujuan Eksperimen

Tujuan eksperimen yang ditentukan harus dapat menjawab masalah yang telah dirumuskan.

c. Penentuan Respon

Respon memiliki nilai yang tergantung pada faktor-faktor lain yang disebut variabel bebas.

d. Pengidentifikasi Faktor/Variabel Bebas

Faktor adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada langkah ini akan dipilih faktor-faktor yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap respon yang bersangkutan. Dalam suatu eksperimen, tidak semua faktor yang diperkirakan mempengaruhi respon harus diselidiki. Dengan demikian, eksperimen dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien.

e. Pemisahan Faktor Kontrol dan Faktor Gangguan

Faktor-faktor yang diamati dapat dibagi menjadi faktor kontrol dan faktor gangguan. Dalam desain eksperimen Taguchi, keduanya perlu diidentifikasi dengan jelas sebab pengaruh antar kedua faktor tersebut berbeda. Faktor kontrol adalah faktor yang nilainya dapat dikendalikan sedangkan faktor gangguan adalah faktor yang nilainya tidak dapat dikendalikan.

f. Penentuan Jumlah dan Nilai Level Faktor

Pemilihan jumlah level akan mempengaruhi ketelitian hasil dan biaya pelaksanaan eksperimen. Semakin banyak level yang diteliti maka hasil eksperimen yang diperoleh akan semakin akurat, tetapi biaya yang harus dikeluarkan akan semakin banyak.

g. Penentuan Matriks Ortogonal

Matriks ortogonal merupakan matriks eksperimen yang memuat beberapa faktor-faktor dan level-level dari faktor tersebut. Matriks ini adalah matriks yang seimbang antara faktor dan level, sehingga pengaruh suatu faktor atau level tidak tercampur dengan pengaruh faktor atau level yang lain (Soejanto, 2009). Dalam matriks ortogonal, elemen-elemennya disusun menurut baris dan kolom. Kolom pada matriks tersebut berisi faktor-faktor atau kondisi-kondisi yang dapat diubah dalam eksperimen. Baris berisikan keadaan (level) dari faktor yang terdapat pada kolom. Matriks disebut ortogonal karena level-level dari faktor-faktor berimbang jumlahnya.

Penggunaan matriks ortogonal bertujuan untuk mengefisiensikan dan meminimalkan biaya eksperimen serta memperhatikan faktor gangguan (sehingga disebut *Robust Design*). Hal ini sangat bermanfaat dalam penelitian khususnya penelitian industri, karena dalam penelitian tersebut banyak faktor yang saling berpengaruh dan berinteraksi, serta adanya faktor gangguan yang sangat mahal untuk dikendalikan.

Penentuan matriks ortogonal digunakan untuk menentukan jumlah eksperimen yang akan dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati. Matriks ortogonal yang tepat dapat ditentukan apabila jumlah derajat kebebasan eksperimen telah dihitung. Derajat kebebasan dapat didefinisikan sebagai jumlah perbandingan antara faktor atau parameter yang dibuat untuk menentukan level mana yang lebih baik dan seberapa jauh parameter tersebut lebih baik (Lin, 2002).

Jadi langkah awal dalam penentuan matriks ortogonal adalah penentuan jumlah faktor dan levelnya agar jumlah derajat kebebasan dapat ditentukan. Derajat kebebasan dari matriks ortogonal ( $v_{mo}$ ) dapat ditentukan dengan menjumlahkan derajat kebebasan dari faktor dan level ( $v_{fl}$ ).

Derajat kebebasan dari faktor dan level ( $v_{fl}$ ) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$v_{fl} = \text{jumlah level faktor} - 1 \quad (2.17)$$

Jumlah eksperimen minimal yang digunakan untuk penentuan matriks ortogonal didapatkan dari persamaan berikut:

$$\text{Jumlah eksperimen (n)} = v_{mo} + 1 \quad (2.18)$$

Jenis matriks ortogonal yang tersedia secara standar dapat dilihat pada Tabel 2.2. Matriks ortogonal  $L_4$  ( $2^3$ ) berarti jumlah eksperimen yang akan dilakukan adalah empat, jumlah derajat kebebasan dari matriks ortogonal ( $v_{mo}$ ) maksimal adalah tiga, serta matriks tersebut dapat digunakan untuk jumlah faktor maksimal 3 dengan masing-masing memiliki 2 level.

**Tabel 2.2 Matriks Ortogonal**

2 level	3 level	4 level	5 level	Level Gabungan
$L_4 (2^3)$	$L_9 (3^4)$	$L_{16} (4^3)$	$L_{25} (5^6)$	$L_{18} (2^1 \times 3^7)$
$L_8 (2^7)$	$L_{27} (3^{13})$	$L_{64} (4^{21})$		$L_{32} (2^1 \times 4^9)$
$L_{12} (2^{11})$	$L_{81} (3^{40})$			$L_{36} (2^{11} \times 3^{12})$
$L_{16} (2^{13})$				$L_{36} (2^3 \times 3^{13})$
$L_{32} (2^{31})$				$L_{54} (2^1 \times 3^{25})$
$L_{54} (2^{63})$				$L_{50} (2^1 \times 5^{11})$

## 2. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan terdiri dari 2 hal, yaitu penentuan jumlah replikasi dan randomisasi pelaksanaan eksperimen.

### a. Jumlah Replikasi

Replikasi adalah pengulangan kembali perlakuan yang sama pada kondisi yang sama dalam sebuah percobaan untuk mendapatkan ketelitian yang lebih tinggi, mengurangi tingkat kesalahan serta memperoleh harga taksiran dari kesalahan.

### b. Randomisasi

Pengaruh faktor-faktor lain yang tidak diinginkan atau tidak dapat dikendalikan selalu ada dalam sebuah eksperimen. Pengaruh itu dapat diperkecil dengan menyebarluaskan faktor-faktor tersebut melalui randomisasi (pengacakan) urutan percobaan. Randomisasi dilakukan bertujuan untuk menyebarluaskan pengaruh dari faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan pada semua unit eksperimen serta memberikan kesempatan yang sama pada semua unit eksperimen untuk menerima suatu perlakuan sehingga ada kehomogenan pengaruh dari setiap perlakuan yang sama. Selain itu, randomisasi juga bertujuan mendapatkan hasil eksperimen yang bebas satu sama lain.

Jika replikasi bertujuan untuk memungkinkan dilakukannya uji signifikansi, maka randomisasi bertujuan untuk memberikan validasi terhadap uji signifikansi tersebut dengan menghilangkan sifat bias.

### 3. Tahap Analisis

Pada tahap ini, pengumpulan dan pengolahan data dilakukan. Selain itu, juga dilakukan perhitungan dan pengujian data statistik pada data hasil eksperimen.

#### a. Analisis Variansi (ANOVA)

Analisis variansi digunakan untuk menganalisis data yang telah disusun dalam desain secara statistik. Analisis ini dilakukan dengan menguraikan seluruh variansi atas bagian-bagian yang diteliti. ANOVA pada matriks ortogonal dilakukan berdasarkan perhitungan jumlah kuadrat untuk masing-masing kolom. Analisis variansi digunakan untuk menganalisis data percobaan yang terdiri dari dua faktor atau lebih dengan dua level atau lebih. Tabel ANOVA terdiri dari perhitungan derajat kebebasan (db), jumlah kuadrat (*sum of square*, SS) dan kuadrat tengah (*mean of square*, MS) seperti ditunjukkan pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Tabel Analisis Variansi (ANOVA)**

Sumber Variansi	db	SS	MS
Faktor A	$v_A$	$SS_A$	$MS_A$
Faktor B	$v_B$	$SS_B$	$MS_B$
Faktor C	$v_C$	$SS_C$	$MS_C$
Faktor D	$v_D$	$SS_D$	$MS_D$
Faktor E	$v_E$	$SS_E$	$MS_E$
Faktor F	$v_F$	$SS_F$	$MS_F$
Error	$v_{\text{error}}$	$SS_{\text{error}}$	$MS_{\text{error}}$
Total	$v_T$	$SS_T$	

dimana:

$$v_T = \text{derajat bebas total.} \\ = N - 1 \quad (2.19)$$

$$v_A = \text{derajat bebas faktor A.} \\ = k_A - 1 \quad (2.20)$$

$$v_B = \text{derajat bebas faktor B.} \\ = k_B - 1 \quad (2.21)$$

$$v_C = \text{derajat bebas faktor C.} \\ = k_C - 1 \quad (2.22)$$

$$v_{\text{error}} = v_T - v_A - v_B - v_C - v_D - v_E - v_F \quad (2.23)$$

$$T = \sum_{i=1}^N y_i \quad (2.24)$$

$$CF = \frac{T^2}{N} \quad (2.25)$$

$$SS_T = \sum_{i=1}^N (Y_i - T)^2 \quad (2.26)$$

$$= \sum_{i=1}^N (Y_i - T)^2 \quad (2.27)$$

$$SS_A = \left[ \sum_{i=1}^{kA} \left( \frac{A_i^2}{n_{A_i}} \right) \right] - CF \quad (2.28)$$

$$SS_B = \left[ \sum_{i=1}^{kB} \left( \frac{B_i^2}{n_{B_i}} \right) \right] - CF \quad (2.29)$$

$$SS_C = \left[ \sum_{i=1}^{kC} \left( \frac{C_i^2}{n_{C_i}} \right) \right] - CF \quad (2.30)$$

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_C - SS_D - SS_E - SS_F \quad (2.31)$$

$$MS_A = SS_A / v_A \quad (2.32)$$

$$MS_B = SS_B / v_B \quad (2.33)$$

$$MS_C = SS_C / v_C \quad (2.34)$$

$$\begin{aligned} MS_E &= \text{kuadrat tengah } error. \\ &= SS_E / v_E \end{aligned} \quad (2.35)$$

$k_A$  = jumlah level faktor A.

$k_B$  = jumlah level faktor B.

$N$  = jumlah total percobaan.

$n_{Ai}$  = jumlah total pengamatan faktor A.

$n_{Bj}$  = jumlah total pengamatan faktor B.

### b. Rasio S/N

Rasio S/N (*Signal to Noise Ratio*) digunakan untuk memilih nilai level faktor terbesar untuk mengoptimalkan karakteristik kualitas dari eksperimen. Penggunaan Rasio S/N dilakukan untuk meminimalkan karakteristik kualitas terhadap faktor gangguan. Perhitungan rasio S/N (Soejanto, 2009) tergantung dari jenis karakteristik kualitas, yaitu:

#### 1) Semakin kecil semakin baik

adalah karakteristik kualitas dengan batas nilai 0 dan non-negatif sehingga nilai yang semakin kecil atau mendekati nol adalah nilai yang diinginkan. Rasio S/N untuk karakteristik ini dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$S/N = -10 \log \left[ \sum_{i=1}^n \frac{y_i^2}{n} \right] \quad (2.36)$$

#### 2) Tertuju pada nilai tertentu

adalah karakteristik kualitas dengan nilai target tidak nol dan terbatas sehingga nilai yang semakin mendekati target tersebut adalah nilai yang diinginkan. Rasio S/N untuk karakteristik ini dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$S/N = -10 \log \left[ \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n} \right] \quad (2.37)$$

#### 3) Semakin besar semakin baik

adalah karakteristik kualitas dengan rentang nilai tak terbatas dan non-negatif sehingga nilai yang semakin besar adalah nilai yang diinginkan.

Rasio S/N untuk karakteristik ini dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$S/N = -10 \log \left[ \sum_{i=1}^n \frac{(1/y_i^2)}{n} \right] \quad (2.38)$$

## 2.8 Metode Taguchi - Grey - Fuzzy

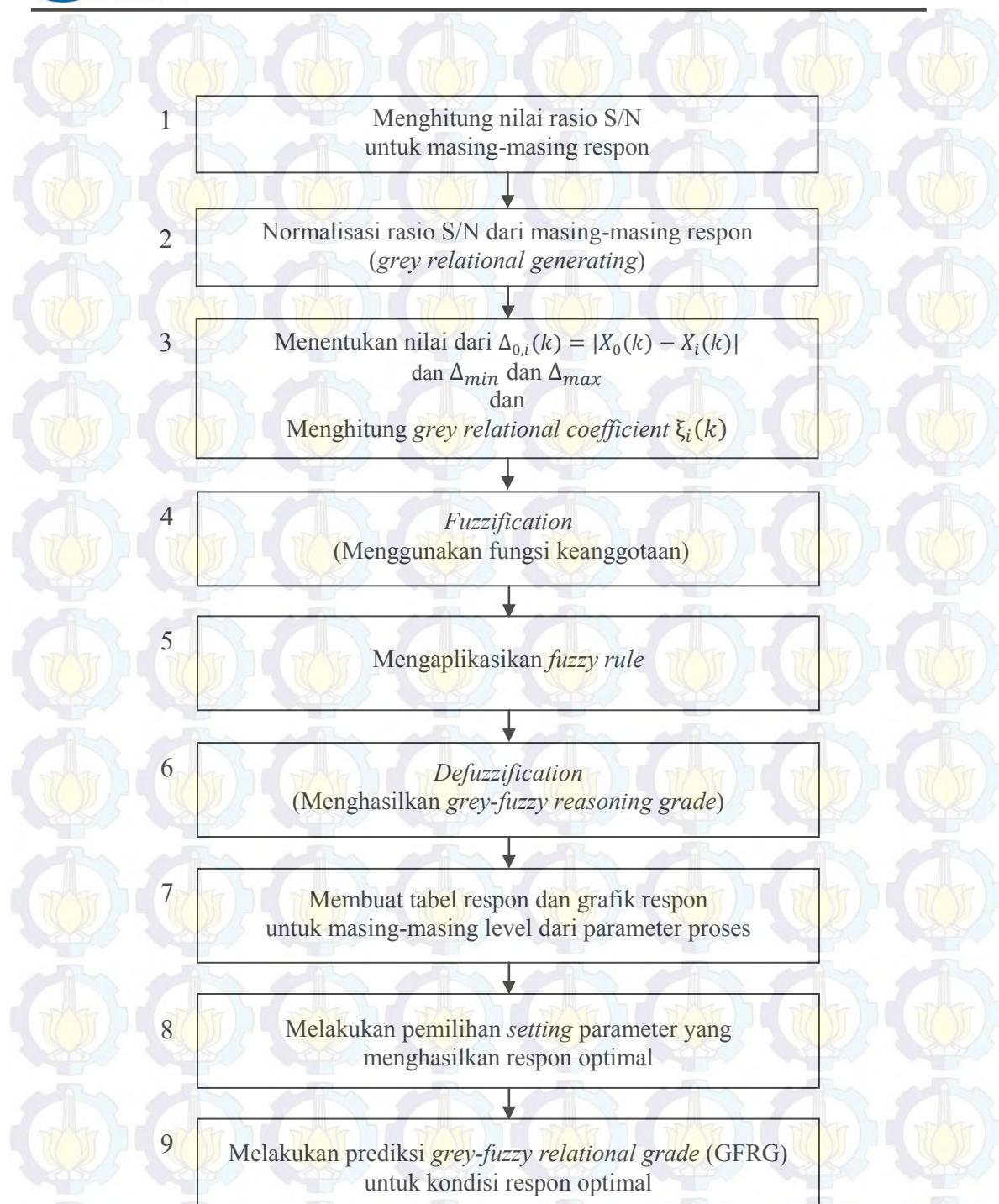
Dalam metode Taguchi, optimasi hanya dapat dilakukan untuk satu respon saja. Untuk melakukan optimasi beberapa respon secara serentak digunakan gabungan dari metode Taguchi, *Grey Relational Analysis* (GRA) dan Logika fuzzy.

Metode GRA diawali dengan teori *Grey System* yang dibuat oleh Dr. Julong Deng pada tahun 1982, yang merupakan dasar dari suatu metode baru yang difokuskan pada studi tentang permasalahan yang memiliki data dan informasi yang minimum (Liu, 2011). Metode ini digunakan untuk membangun model hubungan dan melakukan analisis hubungan antar respon dan parameter, serta sebagai dasar dalam melakukan prediksi maupun pengambilan keputusan (Deng, 1984). GRA merupakan salah satu metode yang dibangun berdasarkan teori grey. Pada dasarnya GRA digunakan dalam optimasi untuk mengubah beberapa respon menjadi satu respon.

Logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965. Dr. Zadeh memodifikasi teori himpunan, sehingga setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinyu antara nol sampai satu. Himpunan ini disebut sebagai Himpunan Kabur (*Fuzzy Set*).

Logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk menangkap pertimbangan akal sehat manusia, pengambilan keputusan dan aspek kognitif manusia yang lain. Ketidak jelasan dalam koefisien dan batasan dapat secara alami dimodelkan dengan menggunakan logika *fuzzy* (Dhavamani, 2011). Oleh karena itu, ketidakjelasan dalam memberikan pembobotan dalam GRA dapat diatasi dengan penggunaan logika *fuzzy*.

Langkah-langkah untuk proses optimasi dengan metode Taguchi – Grey - Fuzzy dapat dilihat pada Gambar 2.9.



**Gambar 2.9. Langkah-langkah Optimasi Taguchi-Grey-Fuzzy**

Rincian dari langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menghitung Rasio S/N untuk Masing-Masing Respon.

Perhitungan rasio S/N dilakukan berdasarkan karakteristik dari masing-masing respon sesuai dengan persamaan 2.36 hingga persamaan 2.38.

## 2. Normalisasi Data untuk Masing-Masing Respon

Tabel 2.4 menunjukkan penempatan nilai respon untuk proses normalisasi.

**Tabel 2.4 Penempatan Rasio S/N**

	Rasio S/N 1	Rasio S/N 2		Rasio S/N k
Kombinasi 1	$X_1(1)$	$X_1(2)$	...	$X_1(k)$
Kombinasi 2	$X_2(1)$	$X_2(2)$	...	$X_2(k)$
...	...	...	...	...
Kombinasi i	$X_i(1)$	$X_i(2)$	...	$X_i(k)$

Cara yang digunakan untuk proses normalisasi tergantung dari karakteristik respon yang meliputi: lebih besar lebih baik (*larger is better*), lebih kecil lebih baik (*smaller is better*) dan tertuju pada nilai tertentu (*nominal is best*). Persamaan yang digunakan dalam proses normalisasi (Lin, 2002) untuk respon dengan karakteristik “lebih besar lebih baik” adalah:

$$X_i^*(k) = \frac{X_i(k) - \min_{\forall k} X_i(k)}{\max_{\forall k} X_i(k) - \min_{\forall k} X_i(k)} \quad (2.39)$$

Proses normalisasi untuk respon dengan karakteristik “lebih kecil lebih baik” menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$X_i^*(k) = \frac{\max_{\forall k} X_i(k) - X_i(k)}{\max_{\forall k} X_i(k) - \min_{\forall k} X_i(k)} \quad (2.40)$$

Persamaan yang digunakan dalam proses normalisasi untuk respon dengan karakteristik “tertuju pada nilai tertentu” adalah:

$$X_i^*(k) = \frac{|X_i(k) - X_{ob}(k)|}{\max_{\forall k} X_i(k) - \min_{\forall k} X_i(k)} \quad (2.41)$$

dengan:

$$\max_{\forall k} X_i(k) = \text{nilai terbesar dari } X_i(k)$$

$$\min_{\forall k} X_i(k) = \text{nilai terkecil dari } X_i(k)$$

$$X_{ob}(k) = \text{nilai target dari } X_i(k)$$

Pada penelitian ini, normalisasi dilakukan pada rasio S/N dimana rasio S/N memiliki karakteristik kualitas semakin besar semakin baik.

### 3. Menentukan *Deviation Sequence* $\Delta_{0,i}(k)$

*Deviation sequence*  $\Delta_{0,i}(k)$  adalah selisih secara absolut dari nilai terbesar hasil normalisasi, yaitu selisih antara 1 dengan data yang telah dinormalisasi. Penentuan *deviation sequence* (Lin, 2002) dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta_{0,i}(k) = |X_i(k) - X_i^*(k)| \quad (2.42)$$

### 4. Menentukan *Grey Relational Coefficient* $\gamma_i(k)$

*Grey relational coefficient* menunjukkan hubungan antara kondisi yang ideal (terbaik) dengan kondisi aktual dari respon yang dinormalisasi. *Grey relational coefficient* akan bernilai satu apabila respon yang dinormalisasikan tersebut cocok dengan kondisi yang ideal. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai tersebut (Lin, 2002) adalah:

$$\gamma_i(k) = \frac{\Delta_{min} + \zeta \Delta_{max}}{\Delta_{0,i}(k) + \zeta \Delta_{max}} \quad (2.43)$$

dengan:

$$\Delta_{min} = \min_i \min_k \Delta_{0,i}(k)$$

$$\Delta_{max} = \max_i \max_k \Delta_{0,i}(k)$$

$\zeta$  = *distinguish coefficient*.

Pada umumnya nilai *distinguish coefficient* diatur berdasarkan kebutuhan dan besarnya antara 0 dan 1. Nilai *distinguish coefficient* yang digunakan pada umumnya adalah 0,5 (Tosun, 2006). Nilai *grey relational coefficient* yang tinggi menunjukkan bahwa hasil eksperimen memiliki hubungan yang dekat dengan nilai normalisasi yang terbaik pada respon tersebut.

### 5. Tahap *Fuzzification*

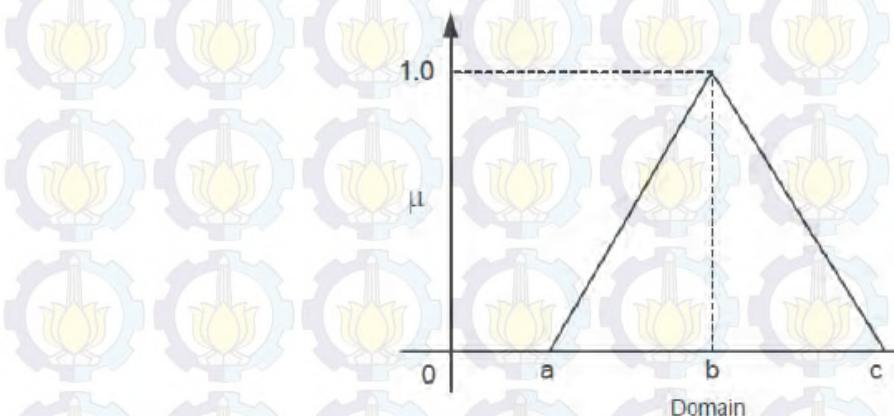
*Fuzzification* merupakan proses pengubahan nilai awal, yaitu *grey relation coefficient* menjadi bilangan *Fuzzy* dengan menggunakan fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang digunakan untuk menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan).

Interval nilai keanggotaan yang digunakan adalah antara 0 sampai 1. Pendekatan fungsi digunakan sebagai salah satu cara untuk mendapatkan nilai keanggotaan. Ada dua fungsi keanggotaan yang umum digunakan dalam penelitian, yaitu fungsi keanggotaan kurva segitiga dan kurva trapesium.

Fungsi keanggotaan kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis linear, yaitu fungsi linier naik dan fungsi linier turun. Fungsi keanggotaan kurva segitiga (Kusumasadewi, 2010) adalah sebagai berikut:

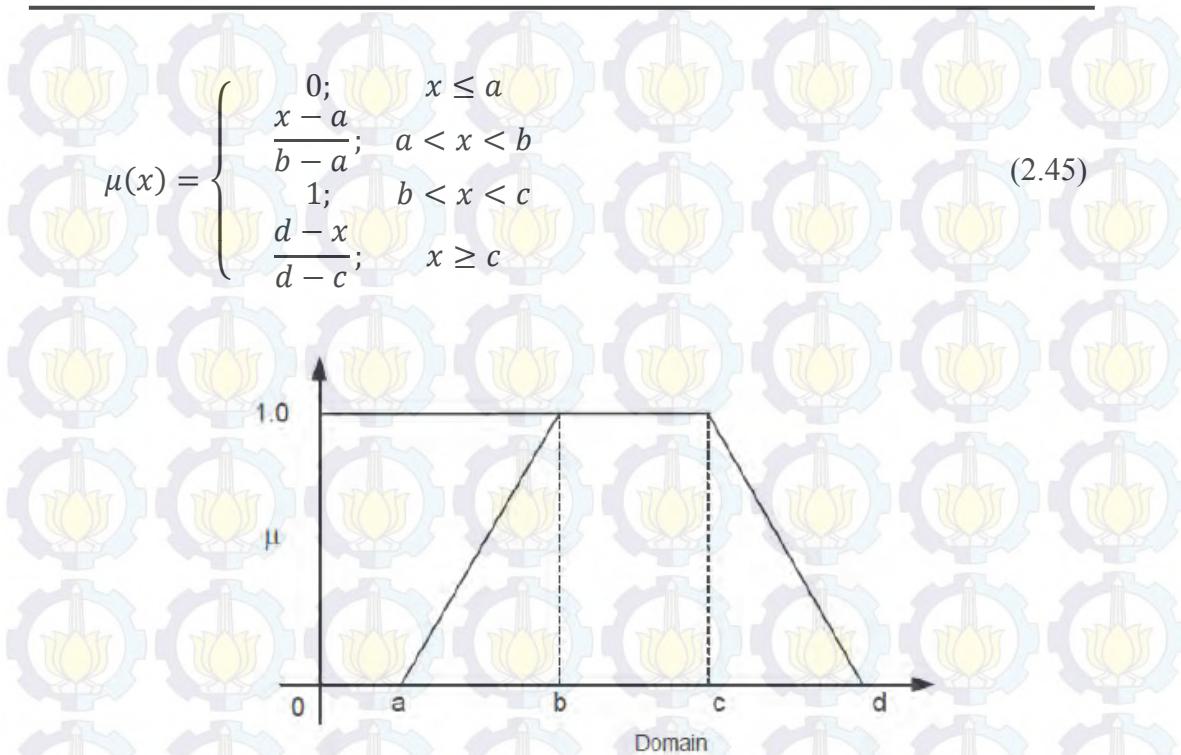
$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a < x < b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b < x < c \\ 1; & x \geq c \end{cases} \quad (2.44)$$

Fungsi keanggotaan kurva segitiga ditunjukkan pada Gambar 2.10.



**Gambar 2.10 Fungsi Keanggotaan Kurva Segitiga**

Fungsi keanggotaan kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan sama, yaitu bernilai satu. Fungsi keanggotaan kurva trapesium (Kusumadewi, 2010) adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.11 Fungsi Keanggotaan Kurva Trapesium**

#### 6. Fuzzy Rules

*Fuzzy rules* merupakan aturan yang menjelaskan mengenai hubungan antara *output* dan nilai-nilai tertentu pada masing-masing variabel *input*. Selain itu, *fuzzy rules* juga merupakan alat penarik kesimpulan akan menghasilkan nilai *fuzzy* berdasarkan logika *fuzzy*. Biasanya *fuzzy rules* dibuat berdasarkan pengelompokan dengan bentuk batasan aturan *if-then* (jika-maka), contohnya sebagai berikut:

Rule ke-1: Jika  $x_1$  adalah  $A_1$ ,  $x_2$  adalah  $B_1$ , ..., dan  $x_k$  adalah  $Y_1$  maka  $y$  adalah  $Z_1$ ,

Rule ke-2: Jika  $x_1$  adalah  $A_2$ ,  $x_2$  adalah  $B_2$ , ..., dan  $x_k$  adalah  $Y_2$  maka  $y$  adalah  $Z_2$ , dan seterusnya hingga

Rule ke-n : Jika  $x_1$  adalah  $A_n$ ,  $x_2$  adalah  $B_n$ , ..., dan  $x_k$  adalah  $Y_n$  maka  $y$  adalah  $Z_n$ ,

Derajat keragaman dari keanggotaan dari himpunan *fuzzy* akan dihitung berdasarkan nilai dari  $x_1$ ,  $x_2$ , hingga  $x_k$ , dan  $y$ , sedangkan  $A$ ,  $B$  hingga  $Y$  adalah himpunan *fuzzy* yang ditetapkan berdasarkan fungsi keanggotaan. Sebuah *output fuzzy* multi respon dihasilkan dengan menggunakan operasi

*max-min inference* dan *fuzzy rule*. Apabila  $x_1$ ,  $x_2$ , hingga  $x_3$  adalah *grey relational coefficient* maka fungsi keanggotaan dari  $y$  yang merupakan *output multi respon* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & ( ) \quad ( ) \wedge \quad ( ) \wedge \quad ( ) \wedge \quad ( ) \\ & ( ) \wedge \quad ( ) \wedge \quad ( ) \wedge \quad ( ) \end{aligned} \quad (2.46)$$

dimana secara berturut-turut  $\wedge$  dan  $\wedge$  adalah operasi minimum dan maksimum.

#### 7. Defuzzification

*Defuzzification* merupakan pengubahan nilai *fuzzy* menjadi *grey fuzzy reasoning grade* (GFRG) dengan cara melakukan pemetaan himpunan *fuzzy* ke himpunan tegas (*crisp*). Metode yang paling sering digunakan pada proses *defuzzification* adalah metode *Centroid*. Pada metode ini, *defuzzification* yang dilakukan dengan cara mengambil titik pusat ( $z^*$ ) daerah *fuzzy*. Metode ini dapat dirumuskan (Lin, 2002) sebagai berikut:

$$z^* = \frac{\int_Z z \mu(z) dz}{\int_Z \mu(z) dz} \quad (2.47)$$

atau dapat dirumuskan (Kusumadewi, 2010) sebagai berikut:

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad (2.48)$$

#### 8. Menentukan Kombinasi Parameter untuk Respon Optimal

Semakin besar nilai GFRG, semakin baik pula respon dari proses pada kombinasi parameter tersebut. Penentuan kombinasi parameter terbaik diawali dengan membuat tabel respon dari GFRG seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.5.

**Tabel 2.5 Tabel Respon Grey Fuzzy Reasoning Grade**

	Level 1	Level 2	Level j
<b>Parameter 1</b>	$Y_{11}$	-	$Y_{1j}$
<b>Parameter 2</b>	$Y_{21}$	-	$Y_{2j}$
<b>Parameter i</b>	$Y_{i1}$	-	$Y_{ij}$
<b>Max-Min</b>	$Q_1$		$Q_j$

$Y_{ij}$  adalah rata-rata nilai GFRG yang dikelompokkan berdasarkan parameter i dan level j.

Grafik respon dibuat berdasarkan tabel respon untuk memudahkan pemilihan level dari parameter yang menghasilkan respon yang optimal.

#### 9. Memprediksi Nilai GFRG Hasil Optimalisasi

Nilai prediksi GFRG berdasarkan kombinasi level parameter untuk menghasilkan respon yang optimal dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\hat{Y} = \gamma_m + \sum_{i=1}^o (\gamma_i - \gamma_m) \quad (2.49)$$

dengan:

$\gamma_m$  = nilai rata-rata dari keseluruhan GFRG

$\gamma_i$  = rata-rata GFRG pada level optimal

$o$  = jumlah parameter yang mempengaruhi respon secara signifikan

### 2.9 Persen Kontribusi

Persen kontribusi digunakan untuk mengindikasikan kekuatan relatif sebuah faktor dan/atau interaksi untuk mengurangi variasi yang terjadi. Perhitungan persen kontribusi pada dasarnya adalah fungsi dari jumlah kuadrat dari masing-masing faktor yang signifikan.

Komponen-komponen yang dihitung dalam persen kontribusi adalah faktor, interaksi faktor, dan *error*. Jika persen kontribusi *error* kurang dari lima belas persen, maka berarti tidak ada faktor yang berpengaruh terabaikan. Tetapi jika persen kontribusi *error* lebih dari lima belas persen, maka ada faktor yang berpengaruh terabaikan, sehingga *error* yang terjadi terlalu besar. Persen kontribusi suatu faktor dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Ross, 2008):

$$\rho = \frac{SS'_A}{SS_T} \times 100 \% \quad (2.50)$$

dengan:

$$SS'_A = SS_A - A \cdot MS_E \quad (2.51)$$

$SS_A$  = jumlah kuadrat dari faktor yang dihitung persen kontribusinya

$SS_T$  = jumlah kuadrat total

$A$  = derajat kebebasan dari faktor yang dihitung persen kontribusinya

$MS_E$  = rata-rata kuadrat dari faktor *error*

Hsiang (2009) melakukan penelitian yang berhubungan dengan optimasi proses ekstrusi lembaran magnesium paduan AZ31 dan AZ61 dengan menggunakan metode Taguchi-Fuzzy. Pada penelitian tersebut, ANAVA untuk material AZ61 menunjukkan bahwa jumlah derajat kebebasan *error* sama dengan nol dan perbedaan variansi antar faktor sangat kecil, sehingga tidak ada faktor yang dapat dijadikan sebagai faktor yang tidak berpengaruh. Dengan demikian, persamaan untuk menentukan persen kontribusinya menjadi:

$$\rho = \frac{SS_A}{SS_T} \times 100 \% \quad (2.52)$$

dengan:

$SS_A$  = jumlah kuadrat dari faktor yang dihitung persen kontribusinya

$SS_T$  = jumlah kuadrat total

Namun, apabila perbedaan variansi antar faktor tidak kecil, maka faktor yang memiliki variansi terkecil di-*pooling* untuk digabungkan ke dalam variansi *error*. Selanjutnya, persen kontribusi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.50 dan persamaan 2.51.

## 2.10 Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi merupakan langkah terakhir yang harus dilakukan pada penelitian tentang optimasi proses. Eksperimen ini dilaksanakan dengan melakukan percobaan yang menggunakan kombinasi level faktor-faktor hasil optimasi. Tujuan dari eksperimen konfirmasi adalah untuk melakukan validasi terhadap kesimpulan yang diambil pada tahap analisa.

Eksperimen konfirmasi dilakukan untuk mencocokkan hasil prediksi dengan hasil respon secara aktual. Selain itu, eksperimen konfirmasi dilakukan untuk membandingkan respon pada kondisi awal dengan respon setelah dilakukan proses optimalisasi. Langkah-langkah dalam eksperimen konfirmasi dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Menentukan kombinasi faktor dan level untuk menghasilkan respon optimum.
- b. Melakukan pengujian berdasarkan kombinasi untuk respon optimum.
- c. Membandingkan rata-rata hasil percobaan konfirmasi dengan rata-rata hasil prediksi.
- d. Membandingkan respon pada pada kondisi awal dan kondisi optimum yang telah dilakukan eksperimen konfirmasinya.

Eksperimen konfirmasi dinyatakan berhasil apabila:

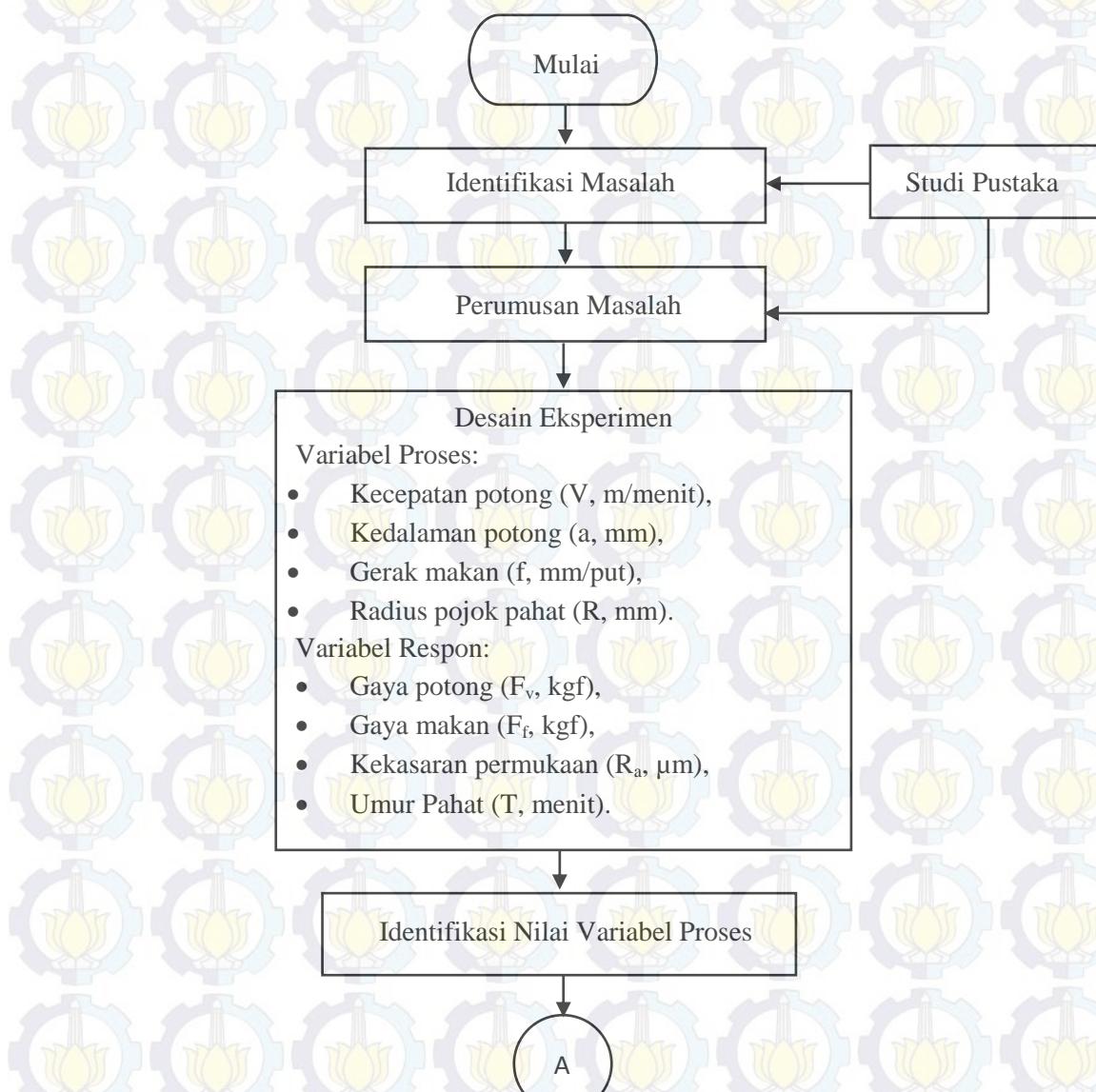
- a. Respon pada kondisi optimum mengalami peningkatan dibandingkan dengan kondisi awal sesuai dengan karakteristik kualitas dari respon tersebut.
- b. Rata-rata hasil eksperimen konfirmasi mendekati rata-rata hasil prediksi.

## BAB III

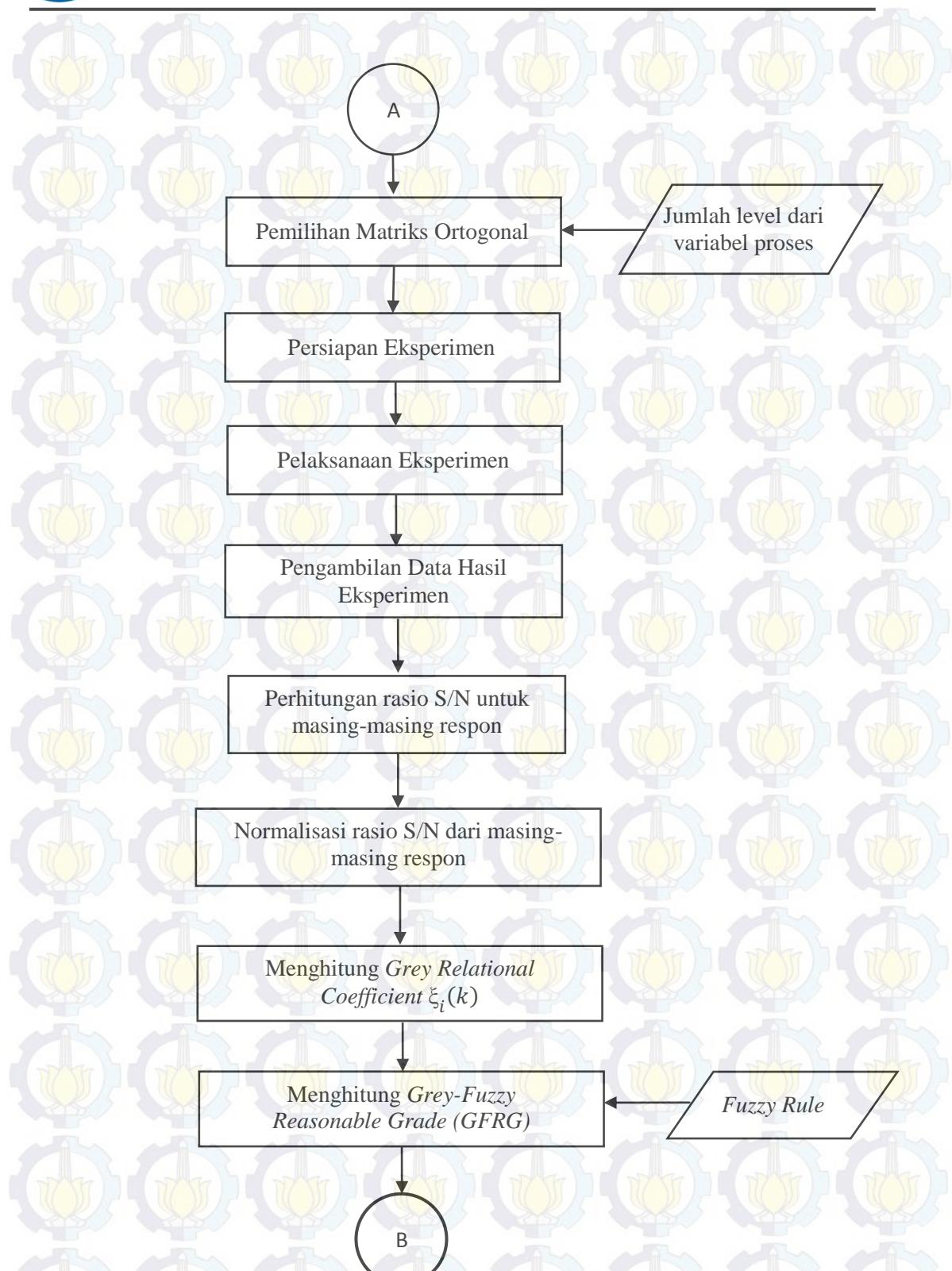
### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tahapan Penelitian

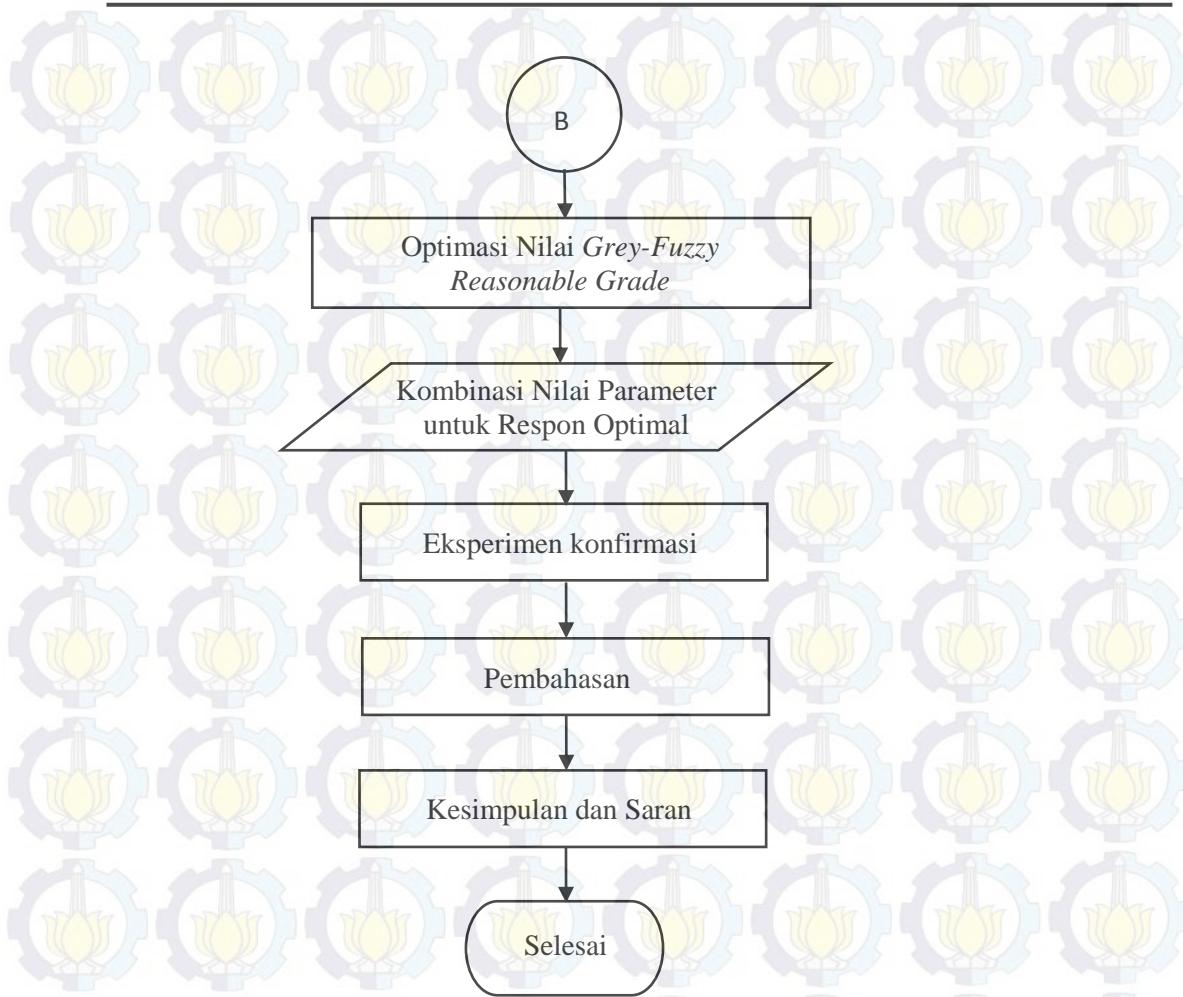
Tahapan penelitian ditetapkan diawal supaya penelitian yang akan dilakukan dapat terarah dan mengena pada tujuan penelitian. Gambar 3.1 berikut ini menggambarkan diagram alir dari penelitian yang dilakukan.



**Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian**



**Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian (lanjutan)**



**Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian (lanjutan)**

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan data eksperimen adalah sebagai berikut:

1. Variabel respon

Variabel respon merupakan variabel yang nilainya tidak dapat ditentukan diawal dan akan dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan. Nilai variabel ini dapat diketahui setelah melakukan eksperimen. Variabel respon yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Gaya potong ( $F_v$ , kgf),
- Gaya makan ( $F_f$ , kgf),
- Kekasaran permukaan ( $R_a$ ,  $\mu\text{m}$ ),
- Umur Pahat (T, menit).

## 2. Variabel bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang nilainya dapat dikendalikan dan dapat ditentukan berdasarkan pertimbangan tertentu dalam penelitian yang mengarah pada tujuan dari penelitian. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Kecepatan potong ( $V$ , m/menit),
- b. Kedalaman potong ( $a$ , mm),
- c. Gerak makan ( $f$ , mm/put),
- d. Radius pojok pahat ( $R$ , mm).

## 3.3 Karakteristik Respon Optimal

Masing-masing variabel respon yang meliputi kekasaran permukaan ( $\mu\text{m}$ ), gaya potong (kgf), gaya makan (kgf), dan umur pahat (menit) memiliki karakteristik respon optimal. Karakteristik respon optimal yang digunakan adalah semakin kecil semakin baik (*smaller is better*) dan semakin besar semakin baik (*largers better*). Karakteristik *smaller is better* berlaku untuk kekasaran permukaan dan gaya potong, yang berarti bahwa nilai kekasaran permukaan dan gaya potong yang minimum adalah yang paling diinginkan. Pada respon umur pahat dengan karakteristik *largers is better* menunjukkan bahwa umur yang paling lama (maksimum) adalah yang paling diinginkan.

## 3.4 Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah:

### a. Benda Kerja

Material benda kerja yang digunakan pada penelitian ini adalah material *tool steel* jenis SKD 11 (HITACHI SLD) dengan diameter 50 mm dan panjang 50 mm. Sertifikat test untuk material yang diuji ditunjukkan pada Lampiran I. Selain itu, Lampiran 1 juga menunjukkan komposisi kimia dan sifat-sifat bahan dari material yang memiliki kekerasan 60-62 HRC tersebut.

### b. Pahat dan Pemegang Pahat

Pahat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pahat sisipan KORLOY Cermet Carbide tipe CNMG. Pahat yang digunakan terdiri dari 3 macam

radius pojok ( $R$ ), yaitu: 0,4 mm, 0,8 mm dan 1,2 mm. Pemegang pahat yang digunakan adalah jenis PCLNR 2020 K12, dengan panjang 100 mm dan sudut  $K_r = 90^\circ$ .

### c. Mesin bubut

Mesin bubut yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin bubut yang terdapat di laboratorium Manufaktur Teknik Mesin ITS. Adapun spesifikasinya adalah sebagai berikut:

- Merk Ann Yang Machinery CO. LTD, buatan Taiwan
- Model DY-410X000G
- Variabel putaran:
  - a. *High*: 2000; 1250; 920; dan 630 rpm
  - b. *Medium*: 370; 250; 185; dan 130 rpm
  - c. *Low*: 105; 75; 55; dan 35 rpm

### d. Measurescope

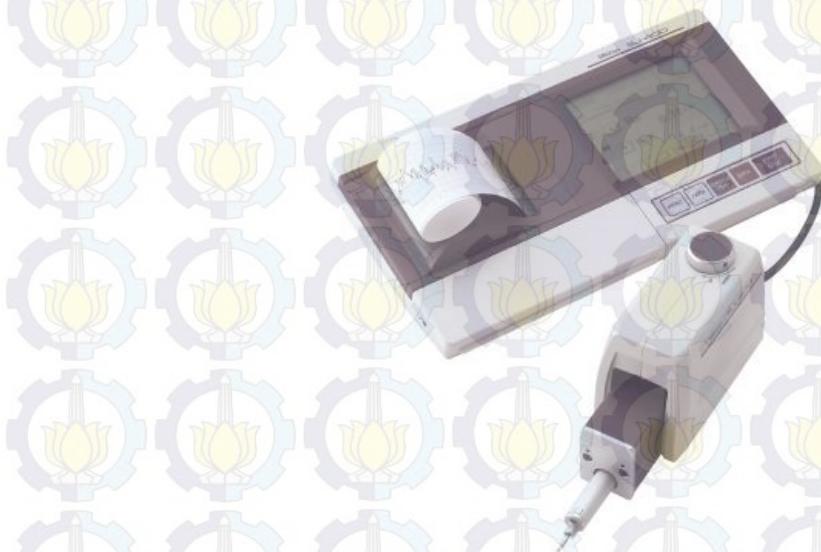
Keausan pahat didefinisikan sebagai panjang keausan tepi pahat dengan panjang tertentu. Panjang keausan tepi pahat (VB) pada penelitian ini diukur dengan menggunakan Nikon *measurescope* yang ditunjukkan pada Gambar 3.2. Alat ukur ini memiliki kecermatan 1  $\mu\text{m}$ . Panjang maksimum yang dapat diukur dengan menggunakan alat ini adalah 5 mm.



**Gambar 3.2 Nikon Measurescope**

**e. Surface Roughness Tester**

Pengukuran kekasaran permukaan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Mitutoyo *surftest* 401 seperti ditunjukkan oleh Gambar 3.3. Kecermatan yang dimiliki oleh alat ini adalah 0,1  $\mu\text{m}$ .



**Gambar 3.3 Mitutoyo Surftest 401**

**f. Dinamometer**

Dinamometer yang dipakai pada penelitian ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

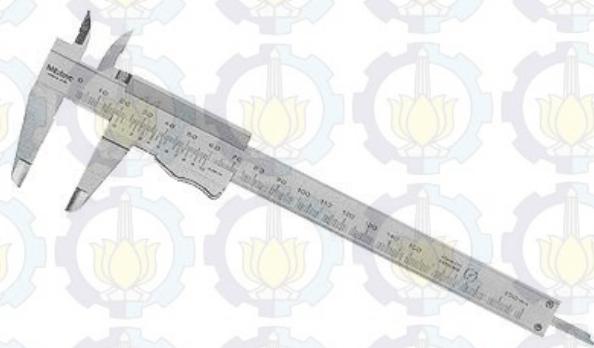
- Dinamometer T-series tipe TSM-TH buatan JT TOHSI Inc.
- Kedalaman ruang untuk *tool holder* 114 mm

Beban maksimal yang diijinkan pada penggunaan dinamometer ini adalah sebesar 600 kgf.

**g. Peralatan bantu**

**a. Mistar ingsut**

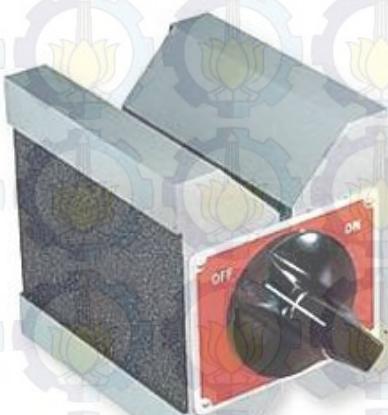
Alat ini digunakan untuk mengukur dimensi spesimen uji. Pada penelitian ini digunakan mistar ingsut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4. Mistar ingsut yang digunakan mempunyai kecermatan 0,05 mm.



**Gambar 3.4 Mistar Ingsut**

**b. Meja rata dan V-blok**

Meja rata digunakan sebagai tempat untuk meletakan V-blok dan spesimen uji. V-blok yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 digunakan sebagai dudukan spesimen uji dalam pengukuran kekasaran permukaan.



**Gambar 3.5 V-blok**

**c. Dial indicator dan Pemegangnya**

*Dial indicator* dan pemegangnya yang ditunjukkan pada Gambar 3.6 digunakan untuk melakukan pemeriksaan apakah posisi spesimen uji terpusat pada pencekaman di mesin bubut. *Dial indicator* yang digunakan mempunyai kecermatan 0,01 mm.



**Gambar 3.6 Dial Indicator dan Dudukan**

### 3.5 Rancangan Percobaan

#### 3.5.1 Pemilihan Level dari Variabel Bebas

Sebelum menentukan level dari variabel bebas, langkah awal yang dilakukan adalah menentukan jenis proses bubut yang akan digunakan dalam penelitian. Proses bubut yang akan digunakan adalah proses *medium cutting*. Pahat untuk *medium cutting* dapat digunakan untuk proses *roughing* dan *finishing*. Penentuan nilai radius pojok disesuaikan dengan ketersediaan jenis radius pojok yang dimiliki oleh pemasok. Radius pojok yang tersedia untuk proses *medium cutting* adalah 0,4 mm, 0,8 mm, dan 1,2 mm. Jenis pahat yang digunakan juga disesuaikan dengan material yang diteliti, yaitu SKD 11.

Laju pembuangan geram yang diharapkan pada proses pemesinan adalah sebesar-besarnya untuk mengurangi waktu produksi. Pertambahan laju pembuangan geram seiring dengan meningkatnya kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman potong. Untuk mendapatkan nilai kecepatan potong yang maksimal, maka digunakan 3 level kecepatan putaran tertinggi dari mesin bubut, yaitu 2000 rpm, 1250 rpm dan 920 rpm.

Besarnya kecepatan potong yang direkomendasi oleh pemasok pahat untuk proses ini adalah 190 m/s. Hal ini ditunjukkan pada Tabel L1.2 di Lampiran 1. Diameter benda kerja yang akan digunakan sebagai spesimen penelitian dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2 sebagai berikut:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$d = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot n}$$

$$d = \frac{1000 \cdot 190}{\pi \cdot 1250}$$

$$d = \frac{1000 \cdot 190}{\pi \cdot 1250}$$

$$d = 48,38 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

Diameter benda kerja sebelum diproses ditentukan sebesar 50 mm. Berdasarkan diameter benda kerja dan kecepatan putaran yang terdapat pada mesin bubut, maka kecepatan potong yang digunakan adalah 314 m/s, 196 m/s dan 144 m/s.

Penentuan nilai gerak makan dan kedalaman potong selain didasarkan pada rentang nilai yang direkomendasikan oleh pembuat pahat, juga didasarkan pada hasil penelitian-penelitian sebelumnya. Besarnya nilai gerak makan yang digunakan adalah 0,05 mm/put, 0,10 mm/put, dan 0,15 mm/put, sedangkan besarnya kedalaman potong adalah 0,5 mm, 1,0 mm dan 1,5 mm.

### 3.5.2 Pemilihan Matriks Ortogonal

Matriks ortogonal yang akan digunakan harus memiliki derajat kebebasan yang sama atau lebih besar daripada total derajat kebebasan faktor dan level yang telah ditetapkan. Tabel 3.1 menunjukkan jenis variabel bebas, jumlah level dan nilai dari variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini.

**Tabel 3.1 Variabel Bebas Penelitian**

Variabel Bebas	Level	Nilai Variabel		
Kecepatan potong (V, m/menit)	3	144	196	314
Kedalaman potong (a, mm)	3	0,5	0,75	1,0
Gerak makan (f, mm/put)	3	0,05	0,10	0,15
Radius pojok pahat (R, mm)	3	0,4	0,8	1,2

Berdasarkan banyaknya variabel bebas dan jumlah levelnya yang ditunjukkan pada Tabel 3.1, dilakukan perhitungan derajat kebebasan untuk

menentukan matriks ortogonal yang digunakan. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Total Derajat Kebebasan Variabel Bebas Dan Levelnya**

No	Variabel Bebas	Jumlah Level (k)	v <sub>f1</sub> (k-1)
1	Kecepatan potong (V, m/menit)	3	2
2	Kedalaman potong (a, mm)	3	2
3	Gerak makan (f, mm/put)	3	2
4	Radius pojok pahat (R, mm)	3	2
Total derajat kebebasan		8	

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3.2 didapatkan 8 derajat kebebasan untuk rancangan eksperimen ini, sehingga matriks ortogonal yang digunakan adalah L<sub>9</sub>. Matriks ortogonal jenis L<sub>9</sub> memiliki 4 kolom dan 9 baris yang mampu digunakan untuk empat buah variabel bebas yang masing-masing memiliki 3 level. Rancangan eksperimen untuk penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini.

**Tabel 3.3 Matriks Ortogonal**

No	Parameter Pemesinan			
	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

Pengambilan data eksperimen dilakukan secara acak dengan kombinasi parameter mengacu pada rancangan percobaan yang sesuai dengan matriks ortogonal pada Tabel 3.3. Pengacakan ini dilakukan dengan menggunakan bilangan random. Pada setiap kombinasi parameter, eksperimen akan dilakukan dengan replikasi sebanyak tiga kali untuk mengatasi faktor gangguan (*noise*) yang

terjadi selama proses pemotongan berlangsung. Replikasi tiga kali hanya dilakukan pada saat pengambilan data gaya potong, gaya makan dan kekasaran permukaan, namun untuk umur pahat dilakukan hanya satu kali karena mengoptimalkan penggunaan material.

Tabel 3.4 menunjukkan susunan penempatan data yang diperoleh berdasarkan hasil eksperimen. Data tersebut disusun sesuai dengan kombinasi parameter yang sama.

**Tabel 3.4 Tampilan Data Hasil Eksperimen**

Seting faktor, kombinasi ke-	Kekasaran permukaan ( $\mu\text{m}$ )	Gaya Potong (kgf)	Gaya Makan (kgf)	Umur Pahat (menit)
1	$Y_{111}$	$Y_{121}$	$Y_{131}$	
	$Y_{112}$	$Y_{122}$	$Y_{132}$	$Y_{141}$
	$Y_{113}$	$Y_{123}$	$Y_{133}$	
2	$Y_{211}$	$Y_{221}$	$Y_{231}$	
	$Y_{212}$	$Y_{222}$	$Y_{232}$	$Y_{241}$
	$Y_{213}$	$Y_{223}$	$Y_{233}$	
3	$Y_{311}$	$Y_{321}$	$Y_{331}$	
	$Y_{312}$	$Y_{322}$	$Y_{332}$	$Y_{341}$
	$Y_{313}$	$Y_{323}$	$Y_{333}$	
-	-	-	-	
	-	-	-	
	-	-	-	
-	-	-	-	
	-	-	-	
	-	-	-	
i	-	-	-	$Y_{ijk}$

$Y_{ijk}$  adalah data respon untuk kombinasi kombinasi parameter ke-i, respon ke-j, dan replikasi ke-k.

### 3.5.3 Prosedur Percobaan

Langkah-langkah eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini untuk mendapatkan gaya potong dan gaya makan adalah sebagai berikut:

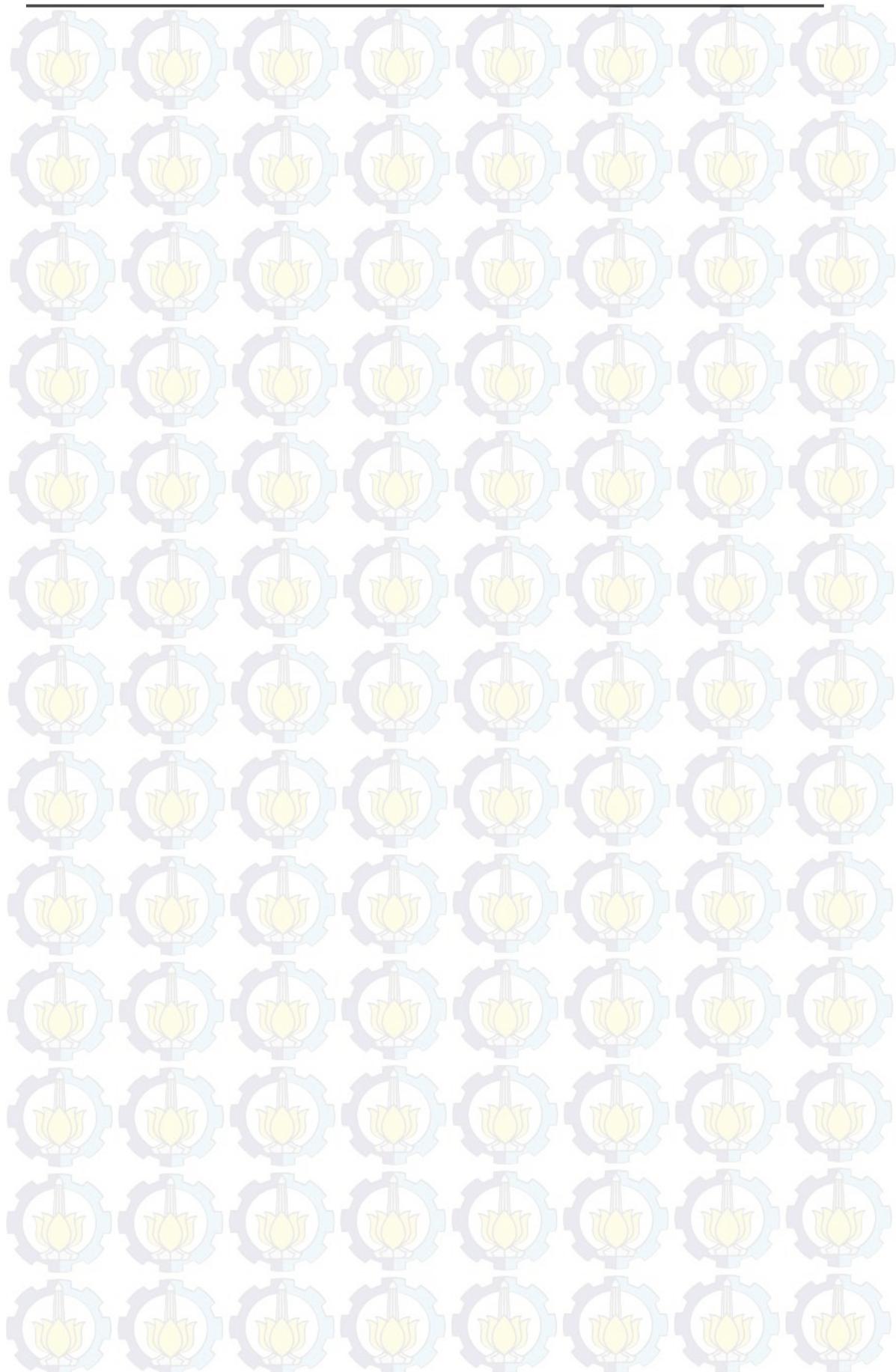
1. Menyiapkan spesimen uji yang meliputi: penomoran spesimen, penyesuaian ukuran, perataan, dan pembersihan spesimen dari kotoran-kotoran yang dapat mengganggu proses pemotongan.

2. Memasang dinamometer pada mesin bubut dan dihubungkan dengan peralatan bantu untuk pembacaan gaya-gaya pada perangkat komputer.
3. Memasang spesimen pada *chuck* yang terdapat pada mesin bubut dan melakukan pemeriksaan bahwa benda kerja berada pada posisi terpusat.
4. Memasang pahat baru pada pemegang pahat.
5. Menghidupkan mesin bubut dan menyeting parameter-parameter yang telah ditetapkan sesuai dengan rancangan eksperimen.
6. Melaksanakan proses pembubutan sesuai kombinasi parameter pada spesimen uji sepanjang 25 mm.
7. Melakukan pembacaan dan pencatatan gaya potong dan gaya makan yang tertera pada perangkat komputer.
8. Melepaskan benda kerja dari *chuck* setelah proses pemotongan selesai.
9. Mengumpulkan geram hasil pemotongan dan memberikan nomor sesuai dengan spesimen uji.
10. Mengulang langkah ketiga hingga kesembilan untuk spesimen dan kombinasi parameter berikutnya.

Langkah-langkah dari pengukuran kekasaran permukaan adalah sebagai berikut:

1. Spesimen uji hasil pemotongan diletakkan pada V-blok yang berada meja rata.
2. *Digital height master* dimana terdapat ujung sensor dari *surface roughness tester* juga diletakkan pada meja rata.
3. Ujung sensor dari *surface roughness tester* disentuhkan pada spesimen uji kemudian *digital height master* di-setting pada posisi nol.
4. *Surface roughness tester* diaktifkan untuk melakukan proses pengukuran kekasaran permukaan sepanjang 3 mm.
5. Hasil kekasaran permukaan dapat dilihat pada layar *display surface roughness tester*.
6. Spesimen uji dibebaskan dari ujung sensor *surface roughness tester* dan diputar sebesar 90° untuk mendapatkan permukaan yang berbeda.

7. Langkah ketiga hingga kelima diulang kembali untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan pada spesimen uji yang sama. Hal ini dilakukan berulang hingga mendapatkan 4 data nilai kekasaran aritmatika (Ra) untuk pada tiap spesimen uji.
- Langkah-langkah dari pengukuran umur pahat adalah sebagai berikut:
1. Menyiapkan spesimen uji yang meliputi: penomoran spesimen, penyesuaian ukuran, perataan, dan pembersihan spesimen dari kotoran-kotoran yang dapat mengganggu proses pemotongan.
  2. Memasang spesimen pada *chuck* yang terdapat pada mesin bubut dan melakukan pemeriksaan bahwa benda kerja pada posisi terpusat.
  3. Memasang pahat baru pada pemegang pahat.
  4. Menghidupkan mesin bubut dan menyetting parameter-parameter yang telah ditetapkan sesuai dengan rancangan eksperimen.
  5. Melaksanakan proses pembubutan sesuai kombinsi parameter pada spesimen uji sepanjang 200 mm.
  6. Mengukur dan mencatat waktu yang dibutuhkan untuk proses pembubutan tersebut.
  7. Mengamati keausan tepi pahat (VB) pada pahat yang digunakan untuk proses pemotongan dengan menggunakan *measurescope*.
  8. Bila rata-rata keausan tepi pahat belum mencapai 0,3 mm, maka proses pemotongan dan pengamatan dilanjutkan dengan menggunakan pahat yang sama.
  9. Bila rata-rata keausan tepi pahat (VB) telah mencapai 0,3 mm, maka proses pembubutan untuk kombinasi parameter tersebut dihentikan.
  10. Melakukan proses pemotongan dengan menggunakan pahat yang baru dan dengan menggunakan kombinasi parameter yang baru.
  11. Untuk masing-masing kombinasi parameter dilakukan perhitungan total waktu proses pemotongan yang dibutuhkan hingga dicapai rata-rata keausan tepi pahat sebesar 0,3 mm. Waktu yang didapatkan tersebut merupakan umur pahat.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Hasil Eksperimen

Kombinasi dari faktor-faktor yang merupakan parameter pemesinan pada proses bubut digunakan untuk melaksanakan eksperimen. Faktor-faktor tersebut adalah kecepatan potong (V), kedalaman potong (a), gerak makan (f) dan radius pojok (R). Respon yang didapatkan sebagai data eksperimen pada penelitian ini adalah kekasaran permukaan ( $R_a$ ), gaya potong ( $F_v$ ), gaya makan ( $F_f$ ) dan umur pahat (T). Data gaya potong dan gaya makan diambil pada saat proses bubut berlangsung, dan dilanjutkan dengan pengambilan data kekasaran pemukaan.

Pengambilan data untuk respon kekasaran permukaan, gaya potong dan gaya makan dilakukan masing-masing sebanyak 3 replikasi dengan menggunakan sebuah spesimen untuk tiap replikasinya. Pengambilan data umur pahat diambil hanya satu kali untuk masing-masing kombinasi faktor karena menggunakan lebih dari 1 spesimen untuk mendapatkan umur pahat pada satu kombinasi faktor.

Rincian tentang data gaya potong dan gaya makan dapat dilihat pada Lampiran 2. Data kekasaran permukaan dapat dilihat pada Lampiran 3 dan data umur pahat dapat dilihat pada Lampiran 4. Hasil eksperimen secara keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan selanjutnya diolah sesuai dengan langkah-langkah optimasi yang ditunjukkan pada Gambar 2.9.

**Tabel 4.1 Data Hasil Eksperimen**

Setting faktor, kombinasi ke-	Kekasaran Permukaan ( $\mu\text{m}$ )	Gaya Potong (kgf)	Gaya Makan (kgf)	Umur Pahat (menit)
1	2,660	13,638	12,863	32,27
	2,258	14,790	13,564	
	2,513	14,937	13,321	
2	2,425	29,394	17,298	25,73
	2,513	30,668	18,658	
	2,370	31,167	17,786	
3	2,330	46,830	22,203	29,98
	2,253	48,814	22,176	
	2,400	47,574	21,821	

**Tabel 4.1 Data Hasil Eksperimen (lanjutan)**

	2,930	21,374	9,643	
4	2,298	21,296	9,556	25,22
	2,685	20,492	9,111	
	1,348	37,375	23,589	
5	1,430	38,048	23,540	25,53
	1,288	38,526	23,618	
	2,295	26,177	22,193	
6	2,768	26,968	23,399	27,57
	2,503	26,754	22,743	
	0,843	25,855	11,090	
7	1,140	25,772	11,573	8,88
	0,790	25,596	10,444	
	4,375	19,450	12,821	
8	4,278	19,083	12,274	8,50
	4,305	19,192	11,302	
	1,083	39,409	30,849	
9	0,970	38,668	29,974	4,58
	0,960	39,807	30,302	

Sumber: Hasil pengukuran pada eksperimen

## 4.2 Perhitungan Rasio S/N

Perhitungan nilai rasio S/N tergantung dari jenis karakteristik kualitas dari respon. Respon kekasaran permukaan, gaya potong dan gaya makan memiliki karakteristik kualitas semakin kecil semakin baik. Ketiga respon tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan 2.36. Respon umur pahat dihitung menggunakan persamaan 2.38 karena memiliki karakteristik kualitas semakin besar semakin baik.

Contoh perhitungan rasio S/N dari kekasaran permukaan untuk kombinasi pertama seting faktor adalah sebagai berikut:

$$S/N = -10 \log \left[ \sum_{i=1}^n \frac{y_{ijk}^2}{n} \right]$$

$$S/N_1 (R_a) = -10 \log \left[ \frac{2,660^2 + 2,258^2 + 2,513^2}{3} \right]$$

$$S/N_1 (R_a) = -10 \log(6,163) = -7,89$$

$$S/N_1 (R_a) = -7,897$$

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan, nilai rasio S/N yang diperoleh untuk masing-masing respon yang diamati pada masing-masing kombinasi faktor ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut ini.

**Tabel 4.2 Rasio S/N untuk Masing-masing Respon**

No	V	a	f	R	S/N ( $R_a$ )	S/N ( $F_v$ )	S/N ( $F_f$ )	S/N (T)
1	144	0,50	0,05	0,4	-7,897	-23,207	-22,446	65,738
2	144	0,75	0,10	0,8	-7,735	-29,663	-25,068	63,773
3	144	1,00	0,15	1,2	-7,341	-33,579	-26,875	65,101
4	196	0,50	0,10	1,2	-8,466	-26,468	-19,499	63,597
5	196	0,75	0,15	0,4	-2,647	-31,593	-27,452	63,705
6	196	1,00	0,05	0,8	-8,059	-28,509	-27,152	64,371
7	314	0,50	0,15	0,8	0,566	-28,213	-20,864	54,535
8	314	0,75	0,05	1,2	-12,708	-25,685	-21,691	54,151
9	314	1,00	0,10	0,4	-0,049	-31,887	-29,651	48,787

Sumber: Hasil perhitungan

### 4.3 Normalisasi Rasio S/N

Proses normalisasi rasio S/N adalah proses mengubah nilai rasio S/N menjadi nilai yang besarnya antara 0 dan 1. Proses normalisasi juga dilakukan berdasarkan karakteristik kualitas respon. Karakteristik kualitas dari rasio S/N adalah semakin besar semakin baik. Karakteristik kualitas ini berlaku untuk semua rasio S/N, yaitu untuk kekasaran permukaan, gaya potong, dan gaya makan dan umur pahat. Contoh perhitungan normalisasi nilai rasio S/N kekasaran permukaan untuk kombinasi faktor yang pertama dengan menggunakan persamaan 2.39 adalah sebagai berikut:

- Penentuan nilai maksimum dan minimum dari rasio S/N

Nilai maksimum rasio S/N kekasaran permukaan = 0,566

Nilai minimum rasio S/N kekasaran permukaan = -12,708

- Perhitungan normalisasi rasio S/N

$$X_i^* = \frac{X_i(k) - \min_{\forall k} X_i(k)}{\max_{\forall k} X_i(k) - \min_{\forall k} X_i(k)}$$

$$X_1^*(R_a) = \frac{-7,897 - (-12,708)}{0,566 - (-12,708)}$$

$$X_1^*(R_a) = 0,362$$

Hasil perhitungan normalisasi rasio S/N masing-masing respon untuk setiap kombinasi faktor dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

**Tabel 4.3 Normalisasi Rasio S/N Masing-Masing Respon**

No	S/N (R <sub>a</sub> )	S/N (F <sub>v</sub> )	S/N (F <sub>f</sub> )	S/N (T)	X <sup>*</sup> (R <sub>a</sub> )	X <sup>*</sup> (F <sub>v</sub> )	X <sup>*</sup> (F <sub>f</sub> )	X <sup>*</sup> (T)
1	-7,897	-23,207	-22,446	65,738	0,362	1,000	0,710	1,000
2	-7,735	-29,663	-25,068	63,773	0,375	0,378	0,451	0,884
3	-7,341	-33,579	-26,875	65,101	0,404	0,000	0,273	0,962
4	-8,466	-26,468	-19,499	63,597	0,320	0,686	1,000	0,874
5	-2,647	-31,593	-27,452	63,705	0,758	0,192	0,217	0,880
6	-8,059	-28,509	-27,152	64,371	0,350	0,489	0,246	0,919
7	0,566	-28,213	-20,864	54,535	1,000	0,517	0,866	0,339
8	-12,708	-25,685	-21,691	54,151	0,000	0,761	0,784	0,316
9	-0,049	-31,887	-29,651	48,787	0,954	0,163	0,000	0,000
maks	0,566	-23,207	-19,499	65,738				
min	-12,708	-33,579	-29,651	48,787				

Sumber: Hasil perhitungan

#### 4.4 Grey Relational Coefficient

Perhitungan nilai *grey relational coefficient* didahului dengan penentuan nilai *deviation sequence*  $\Delta_{0,i}(k)$  dari masing-masing respon yang dihitung dengan menggunakan persamaan 2.42.

Contoh perhitungan *deviation sequence* kekasaran permukaan untuk kombinasi pertama seting faktor adalah sebagai berikut:

$$\Delta_{0,i}(k) = |X_i(k) - X_i^*(k)|$$

$$\Delta_{0,1}(R_a) = |1 - 0,638|$$

$$\Delta_{0,1}(R_a) = 0,362$$

Tabel 4.4 menunjukkan hasil perhitungan *deviation sequence*  $\Delta_{0,i}(k)$  dari masing-masing respon untuk tiap kombinasi faktor.

**Tabel 4.4 Deviation Sequence Masing-Masing Respon**

No	$X^*(R_a)$	$X^*(F_v)$	$X^*(F_f)$	$X^*(T)$	$\Delta_{0,i}(R_a)$	$\Delta_{0,i}(F_v)$	$\Delta_{0,i}(F_f)$	$\Delta_{0,i}(T)$
1	0,362	1,000	0,710	1,000	0,638	0,000	0,290	0,000
2	0,375	0,378	0,451	0,884	0,625	0,622	0,549	0,116
3	0,404	0,000	0,273	0,962	0,596	1,000	0,727	0,038
4	0,320	0,686	1,000	0,874	0,680	0,314	0,000	0,126
5	0,758	0,192	0,217	0,880	0,242	0,808	0,783	0,120
6	0,350	0,489	0,246	0,919	0,650	0,511	0,754	0,081
7	1,000	0,517	0,866	0,339	0,000	0,483	0,134	0,661
8	0,000	0,761	0,784	0,316	1,000	0,239	0,216	0,684
9	0,954	0,163	0,000	0,000	0,046	0,837	1,000	1,000

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan nilai *deviation sequence* yang telah diperoleh, maka dapat dilakukan perhitungan *grey relational coefficient* dengan menggunakan persamaan 2.43. Contoh perhitungan *grey relational coefficient* kekasaran permukaan untuk kombinasi faktor pertama adalah sebagai berikut:

$$\xi_i(k) = \frac{\Delta_{min} + \zeta \Delta_{max}}{\Delta_{0,i}(k) + \zeta \Delta_{max}}$$

$$\xi_i(k) = \frac{0 + 0,5 \times 1}{0,362 + 0,5 \times 1}$$

$$\xi_i(k) = 0,580$$

Hasil perhitungan *grey relational coefficient* masing-masing respon untuk setiap kombinasi faktor ditunjukkan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5 Grey Relational Coefficient Masing-Masing Respon**

No	$\Delta_{0,i}(R_a)$	$\Delta_{0,i}(F_v)$	$\Delta_{0,i}(F_f)$	$\Delta_{0,i}(T)$	$\xi_i(R_a)$	$\xi_i(F_v)$	$\xi_i(F_f)$	$\xi_i(T)$
1	0,638	0,000	0,290	0,000	0,440	1,000	0,633	1,000
2	0,625	0,622	0,549	0,116	0,444	0,445	0,477	0,812
3	0,596	1,000	0,727	0,038	0,456	0,333	0,408	0,930
4	0,680	0,314	0,000	0,126	0,424	0,614	1,000	0,798

**Tabel 4.5 Grey Relational Coefficient Masing-Masing Respon (lanjutan)**

5	0,242	0,808	0,783	0,120	0,674	0,382	0,390	0,807
6	0,650	0,511	0,754	0,081	0,435	0,494	0,399	0,861
7	0,000	0,483	0,134	0,661	1,000	0,509	0,788	0,431
8	1,000	0,239	0,216	0,684	0,333	0,677	0,698	0,422
9	0,046	0,837	1,000	1,000	0,915	0,374	0,333	0,333

Sumber: Hasil perhitungan

#### 4.5 Fuzzification

*Fuzzification* merupakan proses pengubahan *input* menjadi bilangan fuzzy dengan menggunakan fungsi keanggotaan. Variabel-variabel *input* pada penelitian ini adalah nilai *grey relation coefficient* untuk kekasaran permukaan, gaya potong, gaya makan dan umur pahat. Bentuk dari fungsi keanggotaan yang digunakan adalah kurva segitiga. Secara uniform fungsi keanggotaan didefinisikan menjadi 3 *fuzzy subsets*, yaitu *small* (S), *medium* (M) dan *large* (L).

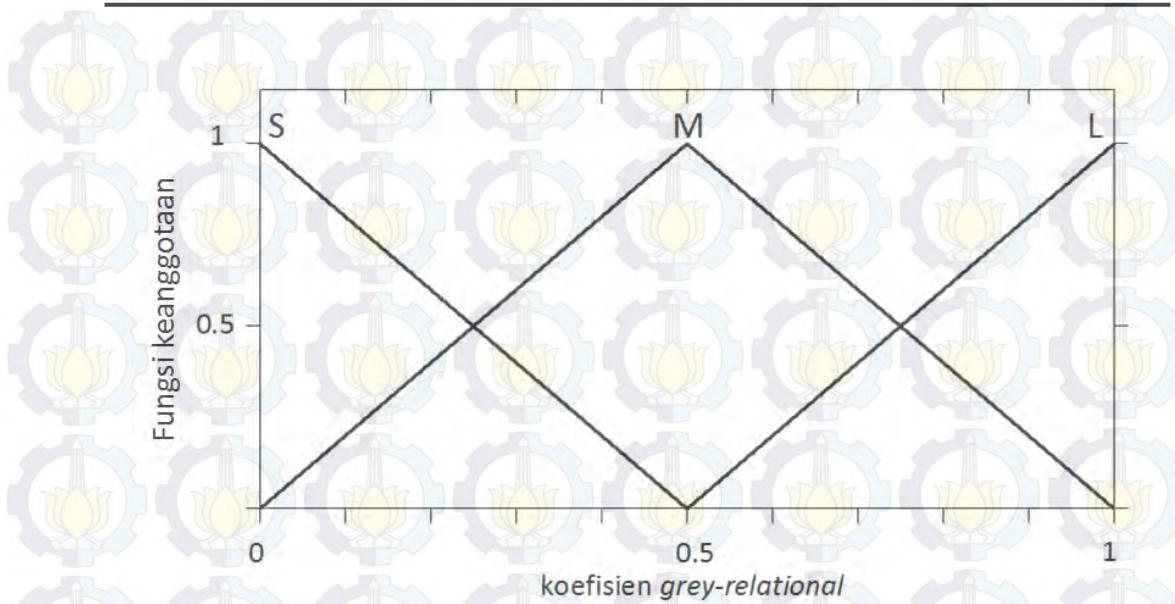
Fungsi keanggotaan berdasarkan bentuk kurva segitiga untuk masing-masing *grey relation coefficient* adalah sebagai berikut:

$$\mu_{small}(x) = \begin{cases} 1; & x = 0 \\ \frac{0,5 - x}{0,5}; & 0 < x < 0,5 \\ 0; & x \geq 0,5 \end{cases}$$

$$\mu_{medium}(x) = \begin{cases} 0; & x = 0, x = 1 \\ \frac{x}{0,5}; & 0 < x < 0,5 \\ \frac{1-x}{0,5}; & 0,5 < x < 1 \\ 1; & x = 0,5 \end{cases}$$

$$\mu_{large}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0,5 \\ \frac{x-0,5}{0,5}; & 0,5 < x < 1 \\ 1; & x = 1 \end{cases}$$

Ilustrasi dari fungsi keanggotaan untuk kekasaran permukaan, gaya potong, gaya makan dan umur pahat ditunjukkan pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Fungsi Keanggotaan untuk Kekasaran Permukaan, Gaya Potong, Gaya Makan dan Umur Pahat.**

Fungsi keanggotaan berdasarkan bentuk kurva segitiga untuk masing-masing *grey relation coefficient* adalah sebagai berikut:

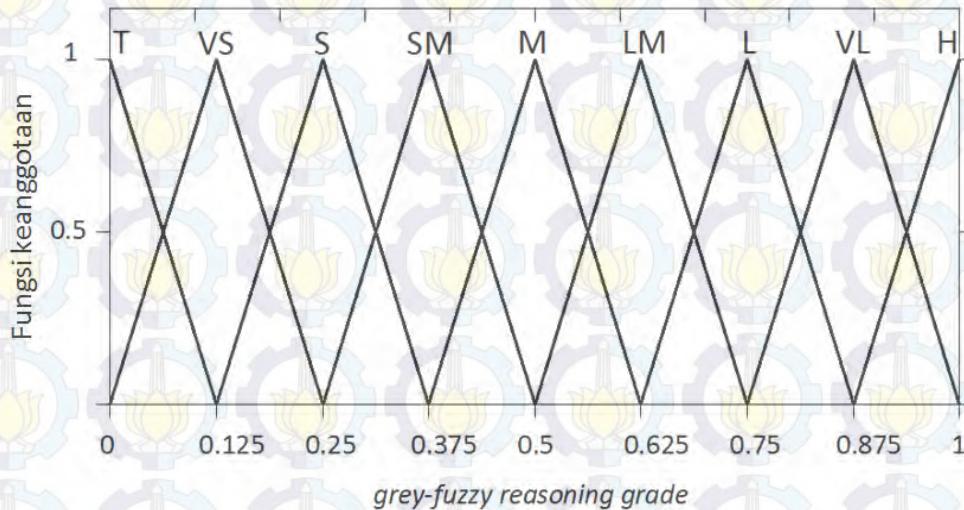
$$\mu_{small}(x) = \begin{cases} 1; & x = 0 \\ \frac{0,5 - x}{0,5}; & 0 < x < 0,5 \\ 0; & x \geq 0,5 \end{cases}$$

$$\mu_{medium}(x) = \begin{cases} 0; & x = 0, x = 1 \\ \frac{x}{0,5}; & 0 < x < 0,5 \\ \frac{1 - x}{0,5}; & 0,5 < x < 1 \\ 1; & x = 0,5 \end{cases}$$

$$\mu_{large}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0,5 \\ \frac{x - 0,5}{0,5}; & 0,5 < x < 1 \\ 1; & x = 1 \end{cases}$$

Variabel *output* dari sistem logika *fuzzy* pada penelitian ini adalah *grey-fuzzy reasoning grade* yang diubah ke dalam *linguistic fuzzy subsets*, dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang berbentuk segitiga. Fungsi keanggotaan untuk variabel *output* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 didefinisikan

menjadi 9 *fuzzy subsets*, yaitu: *tiny* (T), *very small* (VS), *small* (S) *smaller middle* (SM), *middle* (M), *larger middle* (ML), *large* (L), *very large* (VL) dan *huge* (H).



**Gambar 4.2 Fungsi Keanggotaan Multirespon Grey-Fuzzy Reasoning Grade**

#### 4.6 Fuzzy Rules

Pada penelitian ini, pembuatan *fuzzy rules* yang berupa aturan *if-then* (jika-maka) menggunakan *grey relational coefficient* dari respon-respon sebagai variabel *input*, dan GFRG sebagai variabel *output*-nya.

Penelitian ini menggunakan 4 variabel *input* yang masing-masing memiliki 3 *fuzzy subsets*, sehingga diperlukan 81 *fuzzy rules* untuk mengkombinasikan seluruh *input*. Variabel *output*-nya yang mewakili respon-respon pada penelitian ini memiliki 9 *fuzzy subsets*.

Tabel 4.6 menunjukkan keseluruhan *fuzzy rules* yang digunakan pada penelitian ini.

**Tabel 4.6 Fuzzy Rule**

No	R <sub>a</sub>	F <sub>v</sub>	F <sub>f</sub>	T	GFRG
1	S	S	S	S	T
2	S	S	S	M	VS
3	S	S	S	L	S
4	S	S	M	S	VS

**Tabel 4.6 Fuzzy Rule (lanjutan)**

5	S	S	M	M	S
6	S	S	M	L	SM
7	S	S	L	S	S
8	S	S	L	M	SM
9	S	S	L	L	M
10	S	M	S	S	VS
11	S	M	S	M	S
12	S	M	S	L	SM
13	S	M	M	S	M
14	S	M	M	M	SM
15	S	M	M	L	M
16	S	M	L	S	ML
17	S	M	L	M	SM
18	S	M	L	L	ML
19	S	L	S	S	S
20	S	L	S	M	SM
21	S	L	S	L	M
22	S	L	M	S	SM
23	S	L	M	M	M
24	S	L	M	L	ML
25	S	L	L	S	M
26	S	L	L	M	ML
27	S	L	L	L	L
28	M	S	S	S	VS
29	M	S	S	M	S
30	M	S	S	L	SM
31	M	S	M	S	S
32	M	S	M	M	SM
33	M	S	M	L	M
34	M	S	L	S	SM
35	M	S	L	M	M
36	M	S	L	L	ML
37	M	M	S	S	S
38	M	M	S	M	SM
39	M	M	S	L	M
40	M	M	M	S	SM
41	M	M	M	M	M
42	M	M	M	L	ML
43	M	M	L	S	M

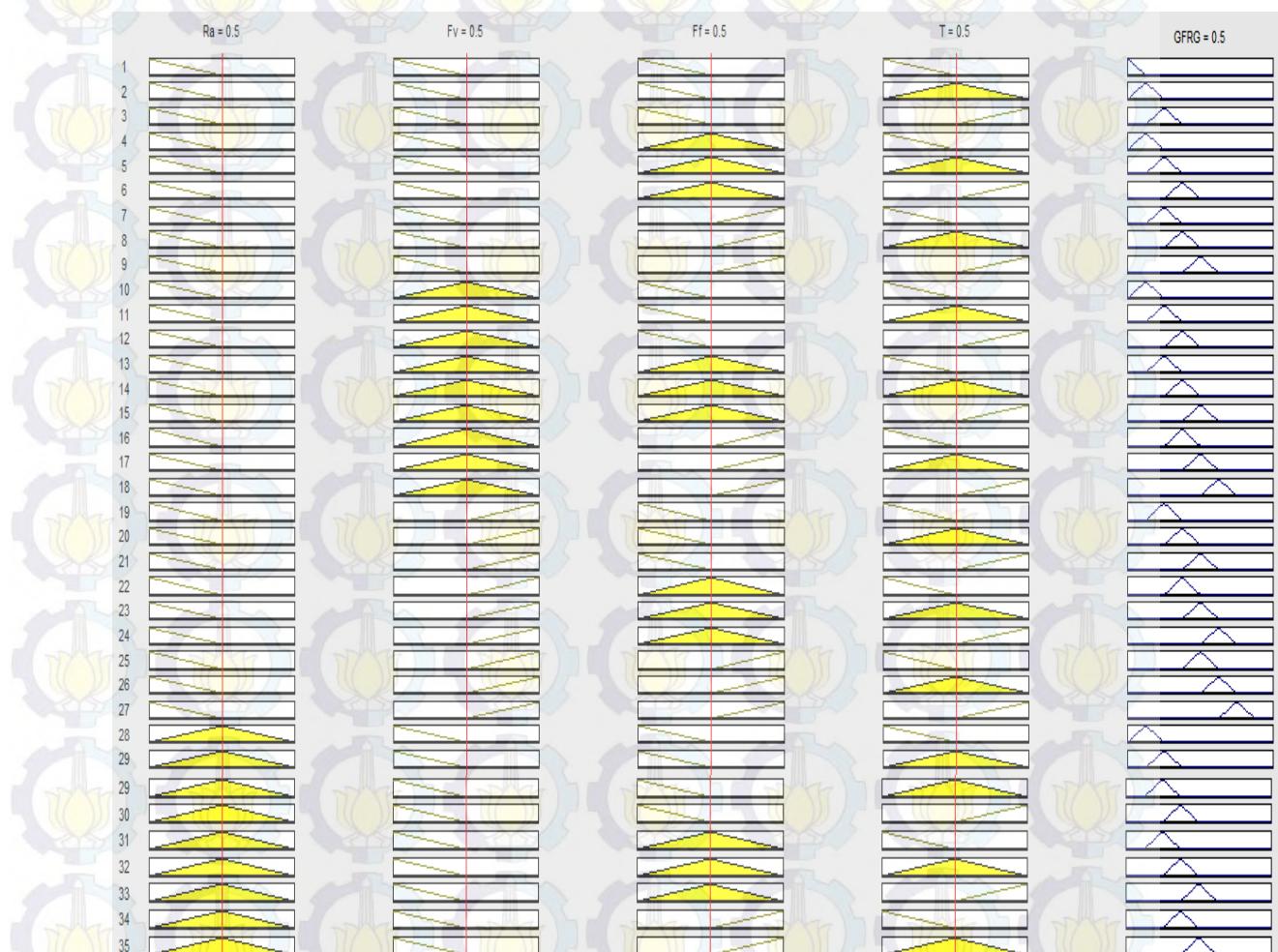
**Tabel 4.6 Fuzzy Rule (lanjutan)**

44	M	M	L	M	ML
45	M	M	L	L	L
46	M	L	S	S	SM
47	M	L	S	M	M
48	M	L	S	L	ML
49	M	L	M	S	M
50	M	L	M	M	ML
51	M	L	M	L	L
52	M	L	L	S	ML
53	M	L	L	M	L
54	M	L	L	L	VL
55	L	S	S	S	S
56	L	S	S	M	SM
57	L	S	S	L	M
58	L	S	M	S	SM
59	L	S	M	M	M
60	L	S	M	L	ML
61	L	S	L	S	M
62	L	S	L	M	ML
63	L	S	L	L	L
64	L	M	S	S	SM
65	L	M	S	M	M
66	L	M	S	L	ML
67	L	M	M	S	M
68	L	M	M	M	ML
69	L	M	M	L	L
70	L	M	L	S	ML
71	L	M	L	M	L
72	L	M	L	L	VL
73	L	L	S	S	M
74	L	L	S	M	ML
75	L	L	S	L	L
76	L	L	M	S	ML
77	L	L	M	M	L
78	L	L	M	L	VL
79	L	L	L	S	L
80	L	L	L	M	VL
81	L	L	L	L	H

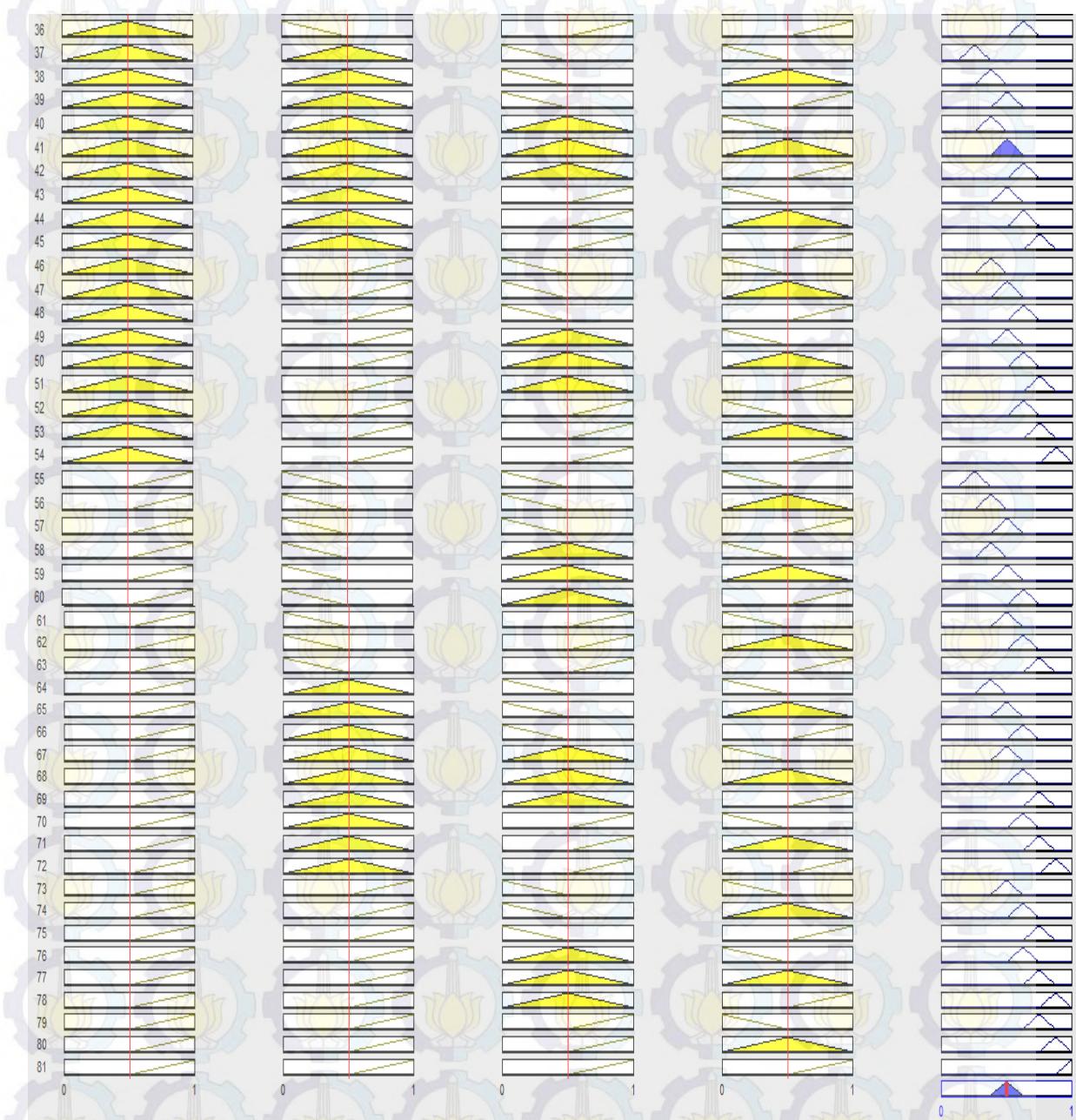
Contoh pembacaan Tabel 4.6 untuk aturan yang pertama adalah jika kekasaran permukaan ( $R_a$ ) *small* (S), gaya potong( $F_v$ ) *small* (S), gaya makan( $F_f$ ) *small* (S), dan umur pahat(T) *small* (S), maka GFRG adalah *tiny* (T).

#### 4.7 Defuzzification

Gambar 4.3 menunjukkan ilustrasi dari 81 aturan *fuzzy* yang digunakan untuk proses pengubahan nilai *fuzzy* menjadi GFRG dengan cara melakukan pemetaan himpunan *fuzzy* ke himpunan tegas (*crisp*). Proses yang digunakan untuk pengubahan nilai tersebut adalah proses *defuzzification* dan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Centroid*.



**Gambar 4.3 Ilustrasi Aturan Fuzzy untuk Proses Defuzzification**



**Gambar 4.3 Ilustrasi Aturan Fuzzy untuk Proses *Defuzzification* (lanjutan)**

Hasil proses *defuzzification* yang berupa nilai GFRG untuk tiap-tiap kombinasi faktor ditunjukkan pada Tabel 4.7. GFRG akan digunakan sebagai variabel respon yang mewakili variabel kekasaran permukaan, gaya potong, gaya makan dan umur pahat secara serentak.

**Tabel 4.7 Grey-Fuzzy Reasoning Grade (GFRG)**

No	<i>Grey Relational Coefficient</i>				GFRG
	Kekasaran Permukaan	Gaya Potong	Gaya Makan	Umur Pahat	
1	0,440	1,000	0,633	1,000	0,6072
2	0,444	0,445	0,477	0,812	0,4852
3	0,456	0,333	0,408	0,930	0,4597
4	0,424	0,614	1,000	0,798	0,4746
5	0,674	0,382	0,390	0,807	0,6136
6	0,435	0,494	0,399	0,861	0,4748
7	1,000	0,509	0,788	0,431	0,8750
8	0,333	0,677	0,698	0,422	0,4023
9	0,915	0,374	0,333	0,333	0,7705

Sumber: Hasil perhitungan

#### 4.8 Hasil Optimasi

Desain eksperimen yang berupa matriks ortogonal memungkinkan untuk mengelompokkan efek atau pengaruh dari masing-masing parameter proses pada level yang berbeda. Contoh perhitungan rata-rata nilai GFRG untuk kecepatan potong pada level 1 adalah sebagai berikut:

$$\bar{\eta}_V = \text{_____}$$

$$\bar{\eta}_V = \text{_____}$$

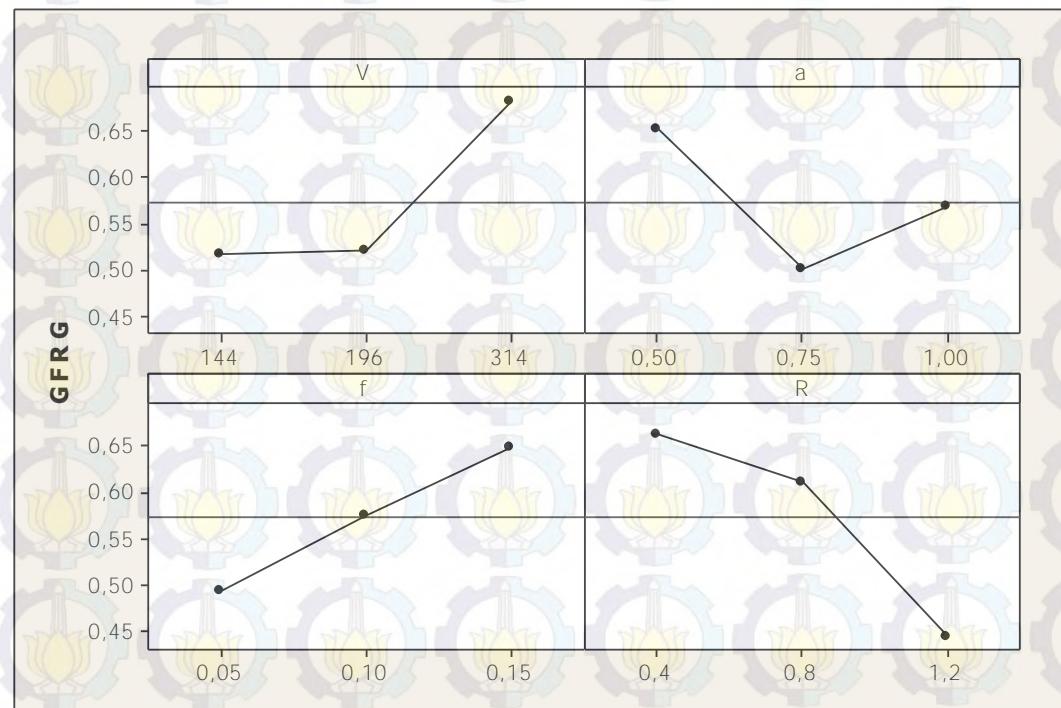
Perhitungan rata-rata nilai *GFRG* pada masing-masing level dari parameter proses ditunjukkan pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8. Rata-Rata *GFRG* pada Masing-Masing Level Parameter Proses**

	level 1	level 2	level 3
Kecepatan Potong (V)	0,5174	0,5210	0,6826
Kedalaman Potong (a)	0,6523	0,5004	0,5683
Gerak makan (f)	0,4948	0,5768	0,6494
Radius Pojok (R)	0,6638	0,6117	0,4455
<b>Rata-rata</b>		0,573667	

Sumber: Hasil perhitungan

Plot untuk nilai *GFRG* pada masing-masing level dari parameter proses, yaitu kecepatan potong, gerak makan, kedalaman potong dan radius pojok ditunjukkan pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4 Plotting Rata-Rata Nilai *GFRG* pada Masing-Masing Level Parameter Proses**

Berdasarkan rata-rata nilai *GFRG* dan *plotting* nilai tersebut pada masing-masing level parameter proses, dapat ditentukan nilai level untuk kombinasi faktor yang menghasilkan respon yang optimum. Kombinasi faktor tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9 Kombinasi Faktor untuk Respon Optimum**

Faktor	Tingkatan Level	Nilai Level
Kecepatan Potong	Level 3	314 m/min
Kedalaman Potong	Level 1	0,5 mm
Gerak makan	Level 3	0,15 mm/put
Radius Pojok	Level 1	0,4 mm

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan kombinasi faktor untuk respon yang optimum seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.9, dapat ditentukan prediksi dari nilai GFRG optimal. Penentuan prediksi nilai GFRG yang optimal dilakukan berdasarkan nilai rata-rata GFRG masing-masing level faktor dari kombinasi faktor yang menghasilkan respon optimum. Nilai prediksi GFRG tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan 2.49 yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\hat{\gamma} = \gamma_m + \sum_{i=1}^o (\gamma_i - \gamma_m)$$

$$\hat{\gamma} = 0,573667 + (0,6826 - 0,573667) + (0,6523 - 0,573667) + (0,6494 - 0,573667) + (0,6638 - 0,573667)$$

$$\hat{\gamma} = 0,9271$$

Dengan demikian nilai GFRG prediksi untuk kombinasi faktor yang menghasilkan respon optimum adalah 0,9271.

#### 4.9 Analisis Variansi dan Persen Kontribusi

Analisis variansi (ANOVA) digunakan untuk mengetahui variabel proses yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap respon dan besarnya kontribusi faktor terhadap respon. Pada penelitian ini, analisis variansi dilakukan pada GFRG yang merupakan respon yang mewakili keseluruhan respon.

Perhitungan jumlah kuadrat total pada ANAVA GFRG dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.27 yang dijabarkan sebagai berikut:

$$SS_T = \sum_{i=1}^n (\eta_i - \eta_m)^2$$

$$SS_T = (0,5174 - 0,573667)^2 + (0,5210 - 0,573667)^2 + (0,6826 - 0,573667)^2 + (0,6523 - 0,573667)^2 + (0,5004 - 0,573667)^2 + (0,5683 - 0,573667)^2 + (0,4948 - 0,573667)^2 + (0,5768 - 0,573667)^2 + (0,6494 - 0,573667)^2 + (0,6638 - 0,573667)^2 + (0,6117 - 0,573667)^2 + (0,4455 - 0,573667)^2$$

$$SS_T = 0,20203$$

Contoh perhitungan untuk jumlah kuadrat total faktor kecepatan potong dengan menggunakan persamaan 2.28 dan 2.25 adalah sebagai berikut:

$$SS_V = \underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad}$$

$$SS_V = 0,053$$

Perhitungan rata-rata kuadrat faktor kecepatan potong berdasarkan persamaan 2.32 adalah sebagai berikut:

$$MS_V = \underline{\quad}$$

$$MS_V = 0,026$$

Tabel ANAVA untuk GFRG yang disusun berdasarkan perhitungan tersebut diatas ditunjukkan pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10 ANAVA dan Kontribusi Faktor pada GFRG**

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>Kontribusi</b>
V	2	0,053	0,026	*	26,24 %
a	2	0,034	0,017	*	16,83 %
f	2	0,036	0,018	*	17,82 %
R	2	0,078	0,039	*	38,61 %
Error	0	*	*		
Total	8	0,202			

Sumber: hasil perhitungan

Hasil ANAVA yang ditunjukkan pada Tabel 4.10 memperlihatkan bahwa terjadi perbedaan yang sangat kecil antara variansi dari kecepatan potong, kedalaman potong, gerak makan, dan radius pojok. Oleh karena itu, berdasarkan Hsiang (2009) dapat dinyatakan bahwa tidak ada sebuah faktor yang dapat digabungkan sebagai faktor yang tidak berpengaruh, sehingga persen kontribusinya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.52.

Contoh perhitungan persen kontribusi untuk faktor kecepatan potong berdasarkan persamaan 2.52 adalah sebagai berikut:

$$\rho = \underline{\quad}$$

$$\rho =$$

Dari ANAVA pada Tabel 4.10 dapat dinyatakan bahwa parameter proses yang memiliki kontribusi terbesar pada nilai GFRG adalah radius pojok (R), yaitu sebesar 38,61%. Kontribusi terbesar kedua pada nilai GFRG diberikan oleh kecepatan potong sebesar 26,24%, diikuti oleh gerak makan dengan kontribusi sebesar 17,82% dan kedalaman potong dengan kontribusi sebesar 16,83%.

#### 4.10 Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi dilakukan untuk memeriksa respon yang dihasilkan berdasarkan kombinasi faktor dari hasil optimasi. Pemeriksaan dilakukan dengan cara membandingkan respon hasil optimasi dengan respon pada kondisi awal. Kombinasi awal dan kombinasi optimum pada eksperimen konfirmasi ditunjukkan pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11 Kombinasi Faktor untuk Kondisi Awal dan Kondisi Optimum**

	Kombinasi Awal	Kombinasi Optimum
Kecepatan potong	314	314
Kedalaman potong	0,75	0,5
Gerak makan	0,10	0,15
Radius pojok pahat	0,8	0,4

Hasil eksperimen konfirmasi dapat dilihat pada Lampiran 5. Berdasarkan nilai-nilai respon yang didapat dari eksperimen konfirmasi dilakukan perhitungan rasio S/N untuk masing-masing respon. Perbandingan rasio S/N pada kombinasi awal dan kombinasi faktor optimum hasil eksperimen konfirmasi ditunjukkan pada Tabel 4.12.

**Tabel 4.12 Rasio S/N pada Kombinasi Awal dan Kombinasi Optimum**

	Ratio S/N			
	R <sub>a</sub>	F <sub>v</sub>	F <sub>f</sub>	T
Kombinasi Awal	-4,286	-27,139	-24,475	13,296
Kombinasi Optimum	-0,239	-22,437	-23,154	59,017

Sumber: Hasil perhitungan

Nilai rasio S/N masing-masing respon yang ditunjukkan pada tabel 4.12 diubah menjadi *grey relational coefficient* yang kemudian diproses hingga menjadi GFRG. Tabel 4.13 menunjukkan bahwa nilai GFRG berdasarkan eksperimen konfirmasi besarnya adalah 0,8241 dan nilai GFRG pada kombinasi awal adalah sebesar 0,5520, sehingga nilai GFRG berdasarkan eksperimen konfirmasi mengalami peningkatan sebesar 49,29% dibandingkan dengan nilai GFRG pada kombinasi awal.

**Tabel 4.13 GFRG Kombinasi Awal dan Kombinasi Optimum**

	<i>Grey Relational Coefficient</i>				<i>GFRG</i>
	$R_a$	$F_v$	$F_f$	$T$	
Kombinasi Awal	0,578	0,569	0,505	0,334	0,5520
Kombinasi Optimum	0,892	1,000	0,581	0,558	0,8241
Peningkatan				<b>49,29 %</b>	

Sumber: Hasil perhitungan

Nilai prediksi GFRG yang telah dihitung berdasarkan persamaan 2.56 besarnya adalah 0,9271. Perbedaan antara nilai prediksi GFRG dan hasil eksperimen adalah sebesar 11,11%. Perbandingan dari masing-masing respon secara individu pada kombinasi awal dan kombinasi optimum ditunjukkan pada Tabel 4.14.

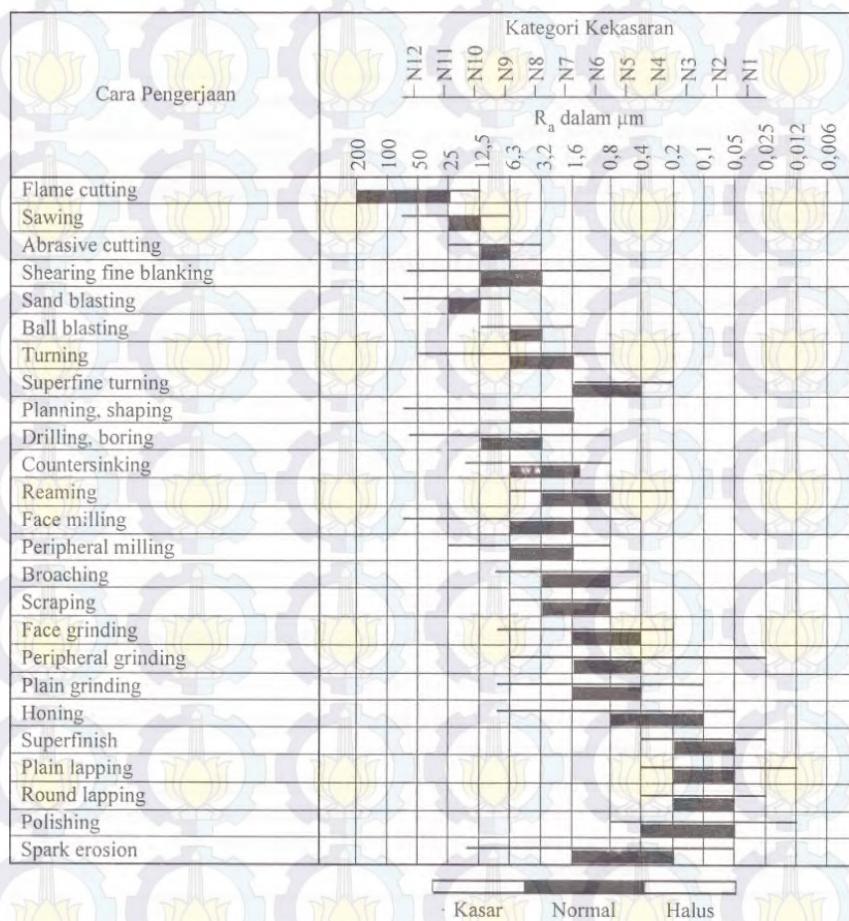
**Tabel 4.14 Perbandingan Respon dengan Menggunakan Kombinasi Awal dan Kombinasi Optimum**

	Kombinasi Awal	Kombinasi Optimum	Optimasi	
<b>Kekasaran permukaan(<math>R_a</math>, <math>\mu\text{m}</math>)</b>	1,597	1,028	35,63%	Turun
<b>Gaya potong (<math>F_v</math>, kg)</b>	22,746	13,237	41,81%	Turun
<b>Gaya makan (<math>F_f</math>, kg)</b>	16,739	14,894	11,02%	Turun
<b>Umur Pahat (T, menit)</b>	4,62	14,8	220,35%	Naik

Sumber: Hasil perhitungan

Karakteristik kualitas semakin kecil semakin baik dari respon kekasaran permukaan, gaya potong, serta gaya makan telah terpenuhi. Hal ini ditunjukkannya dengan penurunan nilai dari masing-masing respon tersebut pada kombinasi optimum. Besarnya penurunan respon gaya potong, kekasaran permukaan, dan gaya makan secara berurutan adalah 41,81%, 35,63%, dan 11,02%. Karakteristik kualitas semakin besar semakin baik dari respon umur pahat juga telah terpenuhi, karena ada kenaikan pada umur pahat sebesar 220,35%.

Berdasarkan Gambar 4.5, nilai kekasaran permukaan pada proses bubut untuk *medium cutting* adalah sebesar  $1,6 \mu\text{m}$  hingga  $6,3 \mu\text{m}$ , dan untuk proses *finishing* adalah sebesar  $0,8 \mu\text{m}$  hingga  $1,6 \mu\text{m}$ .



**Gambar 4.5 Nilai Kekasaran yang Dicapai oleh Beberapa Pengerjaan (Rochim, 2001)**

Pada penelitian ini, nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan telah berada pada kedua selang tersebut. Nilai kekasaran permukaan maksimum sebesar 4,319  $\mu\text{m}$  dihasilkan oleh kombinasi faktor kecepatan potong sebesar 314 m/min, kedalaman potong sebesar 0,75 mm, gerak makan sebesar 0,05 mm/put, dan radius pojok sebesar 1,2 mm. Nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan oleh kombinasi faktor untuk respon optimum berada pada daerah proses *finishing*, yaitu sebesar 1,028  $\mu\text{m}$ . Hal ini sesuai dengan karakter kualitas yang diharapkan, yaitu semakin kecil semakin baik.

#### 4.11 Pengaruh Faktor yang Signifikan terhadap Respon Individu

Analisis variansi pengaruh faktor yang berupa parameter pemesinan, yaitu kecepatan potong, kedalaman potong, gerak makan dan radius pojok terhadap masing-masing respon ditunjukkan pada Lampiran 6. Ringkasan hasil perhitungan persen kontribusi masing-masing faktor dalam mempengaruhi respon secara individu ditunjukkan oleh Tabel 4.15 berikut ini.

**Tabel 4.15 Persen Kontribusi Faktor Signifikan terhadap Respon Individu**

Faktor	R <sub>a</sub>		F <sub>v</sub>		F <sub>f</sub>		T	
	F	$\rho$ (%)	F	$\rho$ (%)	F	$\rho$ (%)	F	$\rho$ (%)
V	-	-	-	-	-	-	760,22	94,47
a	5,95	14,05	34,24	48,06	219,62	71,03	6,98	0,74
f	22,02	42,48	32,98	46,20	14,04	4,24	35,46	4,29
R	20,50	39,43	-	-	73,13	23,44	-	-

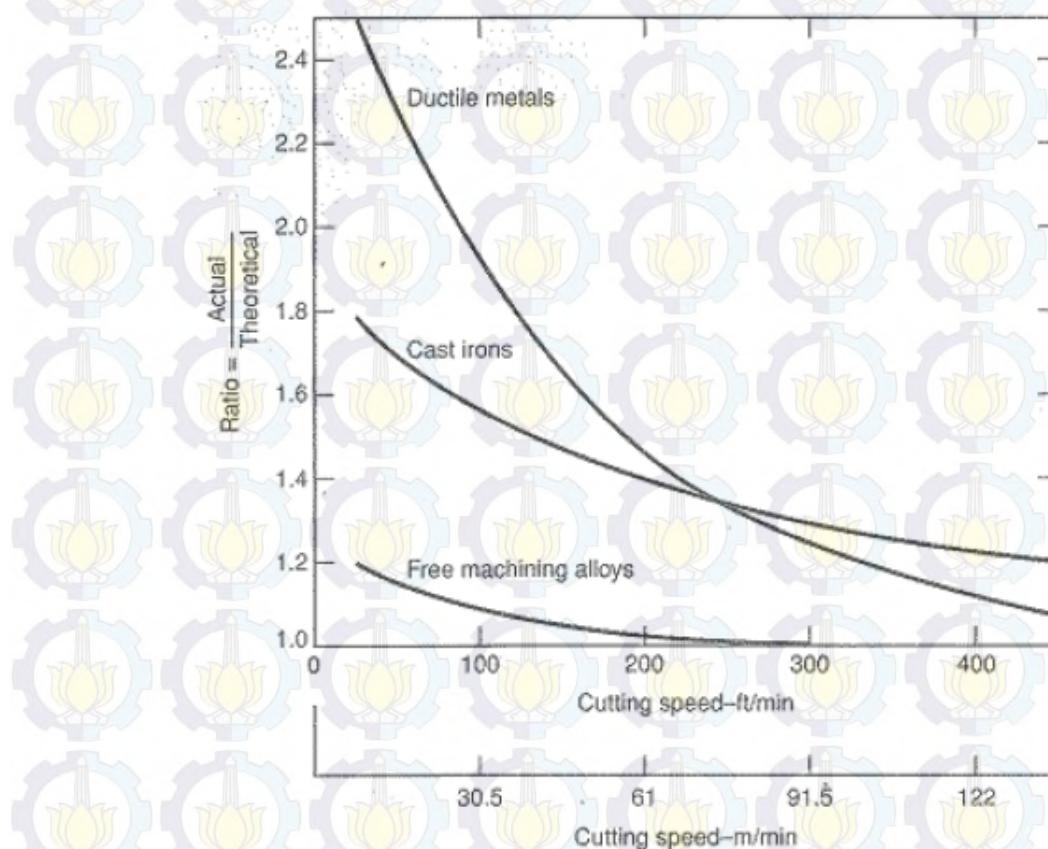
Sumber: Hasil perhitungan

##### a. Respon Kekasaran Permukaan Rata-Rata

Berdasarkan Tabel 4.15, faktor-faktor yang signifikan secara statistik mempengaruhi kekasaran permukaan adalah gerak makan, radius pojok dan kedalaman potong. Kontribusi terbesar diberikan oleh faktor gerak makan sebesar 37,48%, diikuti oleh radius pojok dengan kontribusi sebesar 34,42% dan kedalaman potong dengan kontribusi sebesar 14,05%.

Secara proses radius pojok yang kecil memungkinkan untuk menghasilkan kekasaran permukaan yang rendah. Hal ini terjadi karena radius pojok yang

kecil memiliki ujung yang lebih tajam, sehingga dapat berfungsi sebagai titik potong. Hasil optimasi respon secara individu menunjukkan bahwa kekasaran permukaan yang optimal dihasilkan oleh gerak makan yang berada pada level 3 dan radius pojok pada level level 1. Hal ini tidak sesuai dengan fenomena secara teoritis yang didasarkan pada persamaan 2.11, dimana kekasaran permukaan yang rendah dihasilkan dari gerak makan yang rendah dan radius pojok yang tinggi. Namun, fenomena teoritik belum mempertimbangkan faktor lain yang berpengaruh, misalnya kecepatan potong. Groover (2007) telah membahas pengaruh kecepatan potong pada kekasaran permukaan. Grafik hasil penelitiannya ditunjukkan pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6 Grafik Kecepatan Potong terhadap Rasio  $R_a$  Aktual-Teoritik (Groover, 2007)**

Berdasarkan Gambar 4.7, dapat dinyatakan bahwa kekasaran permukaan secara aktual akan mendekati kekasaran permukaan secara teoritis pada

kecepatan potong yang tinggi. Kecepatan potong yang digunakan dalam penelitian ini adalah 144 m/min, 196 m/min dan 314 m/min.

b. Respon Gaya Potong

Berdasarkan Tabel 4.15, faktor-faktor yang signifikan secara statistik mempengaruhi gaya potong adalah kedalaman potong dan gerak makan. Kontribusi terbesar diberikan oleh kedalaman potong sebesar 48,06%, dan diikuti oleh gerak makan dengan kontribusi sebesar 46,20% .

Secara proses gaya potong pada proses bubut merupakan gaya geser yang terjadi pada penampang bidang geser, sehingga benda kerja dapat terpotong. Penampang bidang geser tergantung dari besarnya penampang geram sebelum terpotong. Pada pemotongan ortogonal, besarnya penampang geram sebelum terpotong, merupakan perkalian dari tebal geram dengan lebar geram, yang sama dengan perkalian gerak makan dengan kedalaman potong. Dengan demikian, semakin besar kedalaman potong dan gerak makan yang digunakan, gaya potong yang dihasilkanpun juga akan semakin besar.

c. Respon Gaya Makan

Berdasarkan Tabel 4.15, faktor-faktor yang signifikan secara statistik mempengaruhi gaya potong adalah kedalaman potong, gerak makan dan radius pojok. Kontribusi terbesar diberikan oleh kedalaman potong sebesar 71,03%, diikuti oleh radius pojok dengan kontribusi sebesar 23,44% dan gerak makan dengan kontribusi sebesar 4,24%.

Secara proses gaya makan juga tergantung dari besarnya penampang geram sebelum terpotong. Pada pemotongan ortogonal, besarnya penampang geram sebelum terpotong, merupakan perkalian dari tebal geram dengan lebar geram, yang sama dengan perkalian gerak makan dengan kedalaman potong. Dengan demikian, semakin besar kedalaman potong dan gerak makan yang digunakan, gaya makan yang dihasilkanpun juga akan semakin besar.

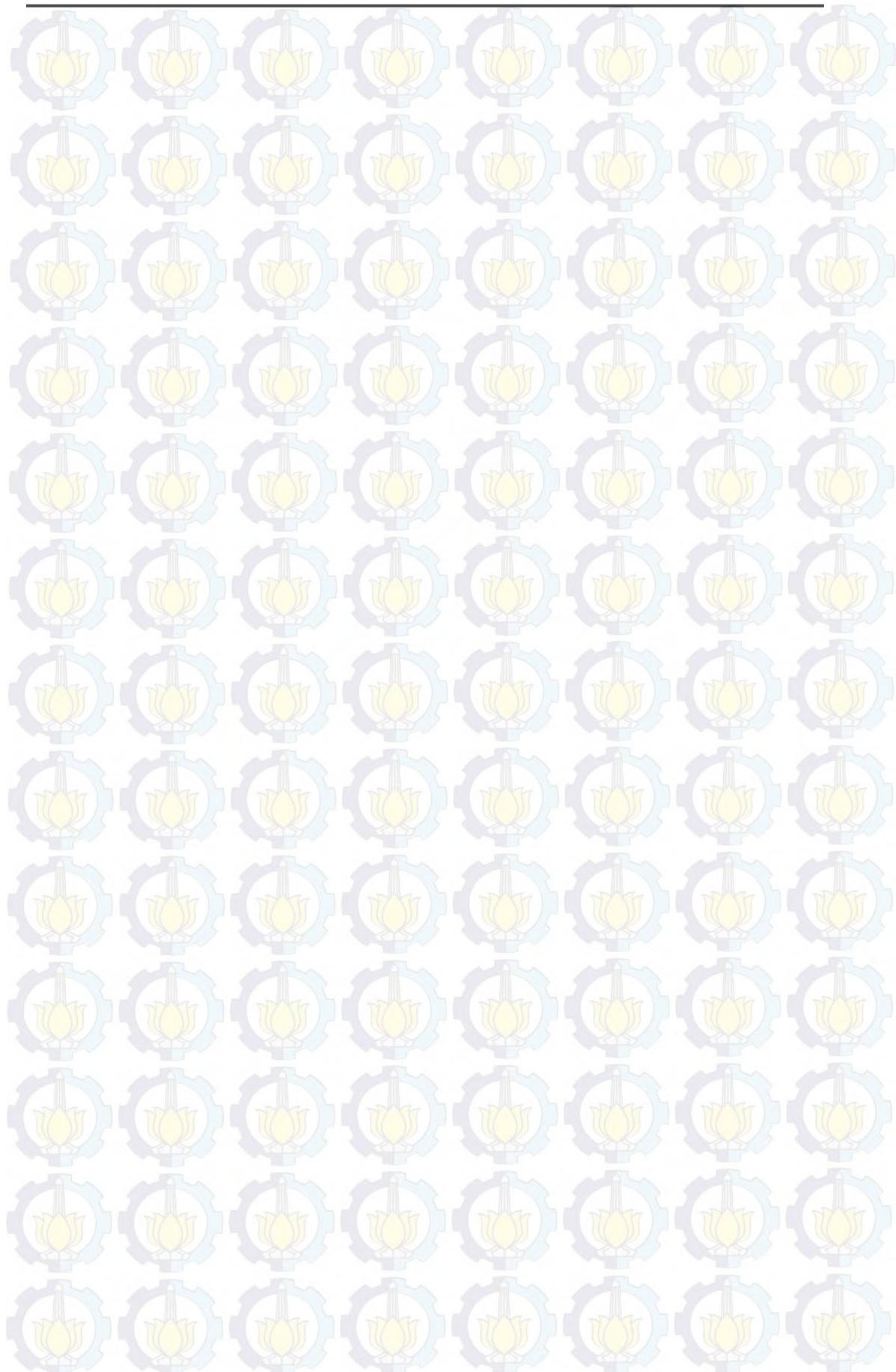
Pada penelitian ini radius pojok yang digunakan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap gaya makan. Hal ini dapat disebabkan radius pojok yang besar memiliki bidang kontak antara benda kerja dengan pahat yang lebih besar, sehingga gaya makan yang dibutuhkan juga lebih besar. Kedalaman

potong memiliki kontribusi yang paling besar karena gaya makan memiliki arah yang sama dengan kedalaman potong.

d. Respon Umur Pahat

Berdasarkan Tabel 4.15, faktor-faktor yang signifikan secara statistik memiliki pengaruh terhadap umur pahat adalah kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman potong. Kontribusi terbesar diberikan oleh kecepatan potong, yaitu sebesar 94,10%.

Secara proses, dapat dijelaskan bahwa sebenarnya kekuatan dan ketahanan abrasi pahat akan mengalami penurunan pada temperatur yang tinggi. Kecepatan potong yang tinggi akan meningkatkan temperatur sehingga umur pahat akan menurun. Hal ini dikarenakan untuk waktu yang sama, kecepatan potong yang tinggi akan menghasilkan frekuensi gesekan antara pahat dan benda kerja yang tinggi pula, sehingga temperatur yang dihasilkan juga lebih tinggi. Fenomena umur pahat yang terjadi pada penelitian ini sesuai dengan fenomena yang telah ada maupun dengan penelitian-penelitian sebelumnya, seperti observasi yang telah dilakukan oleh Taylor.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen, proses optimasi, eksperimen konfirmasi dan analisis yang telah dilakukan, maka dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kontribusi faktor-faktor yang signifikan untuk meminimumkan kekasaran permukaan, gaya potong, gaya makan dan memaksimalkan umur pahat adalah sebagai berikut:
  - Kecepatan potong sebesar 26,24 %
  - Kedalaman potong sebesar 16,83 %
  - Gerak makan sebesar 17,82 %
  - Radius pojok sebesar 38,61 %
2. Kombinasi dari faktor-faktor yang menghasilkan respon yang optimum, yaitu kekasaran permukaan, gaya potong, dan gaya makan yang minimum, serta umur pahat yang maksimum, adalah:
  - Kecepatan potong diatur pada 314 m/min
  - Kedalaman potong diatur pada 0,5 mm
  - Gerak makan diatur pada 0,15 mm/put
  - Radius pojok diatur pada 0,4 mm

#### 5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan setelah dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Metode optimasi multirespon dalam penelitian ini menggunakan metode Taguchi – Grey – Fuzzy. Penggunaan metode Taguchi bertujuan untuk meminimalkan faktor gangguan dan memperhitungkan variansi data dengan menggunakan rasio S/N. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan sebuah studi perbandingan optimasi dengan menggunakan metode *Grey-Fuzzy*

tanpa menggunakan rasio S/N. Selain itu, juga dapat dilakukan pula studi-studi dengan menggunakan metode-metode optimasi yang lainnya.

- Proses bubut pada penelitian ini adalah *dry cutting*. Selanjutnya dapat dilakukan studi untuk melakukan optimasi proses dengan menggunakan cairan pendingin.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen, proses optimasi, eksperimen konfirmasi dan analisis yang telah dilakukan, maka dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kontribusi faktor-faktor yang signifikan untuk meminimumkan kekasaran permukaan, gaya potong, gaya makan dan memaksimalkan umur pahat adalah sebagai berikut:
  - Kecepatan potong sebesar 26,24 %
  - Kedalaman potong sebesar 16,83 %
  - Gerak makan sebesar 17,82 %
  - Radius pojok sebesar 38,61 %
2. Kombinasi dari faktor-faktor yang menghasilkan respon yang optimum, yaitu kekasaran permukaan, gaya potong, dan gaya makan yang minimum, serta umur pahat yang maksimum, adalah:
  - Kecepatan potong diatur pada 314 m/min
  - Kedalaman potong diatur pada 0,5 mm
  - Gerak makan diatur pada 0,15 mm/put
  - Radius pojok diatur pada 0,4 mm

#### 5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan setelah dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Metode optimasi multirespon dalam penelitian ini menggunakan metode Taguchi – Grey – Fuzzy. Penggunaan metode Taguchi bertujuan untuk meminimalkan faktor gangguan dan memperhitungkan variansi data dengan menggunakan rasio S/N. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan sebuah studi perbandingan optimasi dengan menggunakan metode *Grey-Fuzzy*

tanpa menggunakan rasio S/N. Selain itu, juga dapat dilakukan pula studi-studi dengan menggunakan metode-metode optimasi yang lainnya.

- Proses bubut pada penelitian ini adalah *dry cutting*. Selanjutnya dapat dilakukan studi untuk melakukan optimasi proses dengan menggunakan cairan pendingin.

Lampiran 1



Yasni Works  
Materials Magic  
2107-2, Yusui-cho, Nasugawa, Niigata  
652-8501 Japan

HITACHI

TEST CERTIFICATE

ISOTROPY CASE No.: 375 DESCRIPTION: HOT ROLLED ALLOY TOOL STEEL BAR.

Order No.: J400661201006 Report No.: 007-2591-69

Material : SLD

Condition : Annealed

1) Chemical Composition %	Heat No.: CT108										Date: Jul. 26, 2010	Page: 1										
	Size: R9(+1.5,-0)X2000-4500										Mass Eng. : 490											
	Quantity(pcs.) : 7										Our Ref. No.: 59-133-G03-56											
<b>2) Heat Treatment</b>																						
Test Here (HT)																						
Spec. Q. 100% C X 15min. AC																						
Wt. 0.20																						
T. 150°C X 40min. AC																						
Wt. -0.50																						
3) Microstructure																						
Test Piece																						
Item Spec. Test No. -																						
Evaluation Good																						
4) Hardness After Heat Treatment (HRC)																						
Spec. Result Item TP No. → Evaluation																						
Item TP No. → 1 Good																						
Evaluation HRC 62.2																						
5) Decarburization																						
Spec. Result Item TP No. → Evaluation																						
Item TP No. → 1 Good																						
Evaluation GOOD																						
6) Conformity To All Drawing and/or Specification Requirements.																						
We hereby certify that the material described herein, has been made and tested in accordance with the requirements of the purchase specification with satisfactory results.																						
<i>J. Hamada</i>																						
QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT																						
Inspection Item Dimensional Inspection Ultrasonic Inspection Material Check																						
Visual Inspection : GOOD																						
Material Check : GOOD																						

**Tabel L1.2. Rekomendasi Parameter Pemesinan sesuai Katalog Pahat**

Depth of cut (mm)	C/B	Cutting edge	Feed (mm/rev)	Grades	Cutting Speed (m/min)	Insert shape					
						80°	55°	90°	60°	35°	80°
Negative	0.5 ~ 1.0 ~ 1.5 finishing	VF	0.05 ~ 0.15 ~ 0.35	NC3010 NC3020 NC3120	220 200 190	CNMG p.B17	DNMG p.B20	SNMG p.B24	TNMG p.B28	VNMG p.B30	WNMG p.B32
	0.5 ~ 1.0 ~ 2.0 finishing	VB	0.15 ~ 0.2 ~ 0.4	NC3010 NC3020	300 250	CNMG p.B17	DNMG p.B20				
	0.8 ~ 1.5 ~ 3.0 medium to finishing	HC	0.08 ~ 0.20 ~ 0.40	NC3010 NC3020 NC3120 NC3030	210 190 180 160	CNMG p.B16	DNMG p.B19	SNMG p.B24	TNMG p.B27		WNMG p.B31
	1.0 ~ 2.5 ~ 5.0 medium machining	VM	0.10 ~ 0.25 ~ 0.50	NC3010 NC3020 NC3120 NC3030	200 180 170 150	CNMG p.B18	DNMG p.B20	SNMG p.B24	TNMG p.B26	VNMG p.B30	WNMG p.B32
	2.5 ~ 4.0 ~ 7.0 roughing	HR	0.25 ~ 0.45 ~ 0.65	NC3010 NC3020 NC3120 NC3030	170 150 150 130	CNMG p.B17	DNMG p.B19	SNMG p.B24	TNMG p.B28		WNMG p.B31
H Series	HU				0.03~0.25 0.1~1.5						For Ultra-fine Finishing, Finishing
	HC				0.08~0.4 0.8~3.0						For Medium to Finish Cutting
	HR				0.25~0.65 2.5~7.0						For Roughing
	HA				0.03~0.3 0.5~2.5						For Light-alloy, Stainless-steel machining
	HS				0.1~0.4 1.0~4.0						For Medium cutting of Stainless steel

Sumber : Katalog KORLOY

Lampiran 2

**DATA GAYA POTONG DAN GAYA MAKAN**

Tabel L2.1a Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 1 – BK 1

Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	12,804	9,515	12,804	12,992	12,804	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992	14,744	16,469
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
12,804	9,515	13,774	12,992	13,774	12,992	12,804	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992
13,774	12,992	12,804	9,515	12,804	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
14,744	16,469	12,804	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	15,714	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	14,744	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	9,515
13,774	9,515	12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	12,804	12,992	14,744	12,992
12,804	12,992	13,774	9,515	12,804	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	9,515	14,744	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	9,515	14,744	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	14,744	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	14,744	9,515
12,804	12,992	13,774	9,515	13,774	12,992	13,774	12,992

12,804	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	12,804	9,515	13,774	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	14,744	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	9,515
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992
13,774	9,515	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	16,469	14,744	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992
13,774	16,469	12,804	12,992	12,804	12,992	14,744	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992	13,774	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992	13,774	12,992
13,774	12,992	12,804	9,515	14,744	12,992	14,744	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992

Tabel L2.1b Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 1 – BK2

Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2
13,774	12,992	14,744	12,992	15,714	16,469	14,744	12,992
13,774	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992	14,744	12,992
13,774	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992
13,774	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992
13,774	12,992	15,714	16,469	14,744	12,992	15,714	12,992
13,774	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	15,714	12,992	14,744	12,992
13,774	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992	15,714	12,992
14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	16,469
13,774	12,992	13,774	12,992	15,714	16,469	15,714	12,992









13,774	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992
14,744	12,992	15,714	12,992	15,714	16,469	15,714	9,515
13,774	12,992	13,774	12,992	15,714	12,992	14,744	12,992
14,744	16,469	14,744	16,469	15,714	12,992	15,714	12,992
13,774	12,992	14,744	12,992	15,714	16,469	14,744	12,992
14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992	15,714	12,992
14,744	16,469	14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992
15,714	16,469	14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992
14,744	12,992	13,774	12,992	14,744	16,469	14,744	12,992
14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	16,469	15,714	12,992
14,744	16,469	14,744	12,992	15,714	12,992	14,744	12,992
14,744	12,992	14,744	16,469	15,714	12,992	15,714	12,992
14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	16,469
14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992
14,744	12,992	14,744	16,469	14,744	12,992	14,744	12,992
14,744	16,469	14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	16,469
14,744	16,469	14,744	12,992	15,714	16,469	14,744	12,992
14,744	16,469	14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992
14,744	16,469	14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992
14,744	12,992	15,714	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992
13,774	12,992	15,714	12,992	15,714	12,992	14,744	16,469
13,774	12,992	15,714	12,992	15,714	12,992	16,683	12,992
14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	16,469	14,744	12,992
14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992	15,714	12,992
13,774	12,992	14,744	12,992	15,714	16,469	14,744	12,992
14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992
15,714	16,469	14,744	12,992	15,714	12,992	14,744	12,992
13,774	16,469	14,744	12,992	15,714	16,469	15,714	12,992
13,774	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992
14,744	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	15,714	12,992	14,744	12,992
13,774	12,992	15,714	16,469	14,744	12,992	15,714	12,992

Tabel L2.1c Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 1 – BK 3

Fv3	Ff3	Fv3	Ff3	Fv3	Ff3	Fv3	Ff3
13,774	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992
13,774	16,469	13,774	12,992	15,714	16,469	15,714	12,992
13,774	12,992	14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	16,469
13,774	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992	14,744	12,992
13,774	12,992	14,744	12,992	14,744	16,469	14,744	12,992
13,774	16,469	14,744	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	14,744	12,992	15,714	12,992
13,774	12,992	13,774	12,992	15,714	12,992	14,744	12,992
13,774	12,992	15,714	16,469	14,744	12,992	15,714	12,992







13,774	16,469		14,744	12,992		15,714	12,992		15,714	12,992
13,774	12,992		14,744	12,992		14,744	12,992		14,744	12,992
13,774	12,992		14,744	12,992		14,744	12,992		14,744	12,992
14,744	12,992		13,774	12,992		14,744	12,992		15,714	12,992

Tabel L2.2a Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 2 – BK 1

Fv1	Ff1		Fv1	Ff1		Fv1	Ff1		Fv1	Ff1
28,321	16,469		30,261	16,469		29,291	19,946		30,261	16,469
28,321	16,469		29,291	16,469		30,261	16,469		29,291	16,469
28,321	16,469		29,291	16,469		30,261	16,469		27,351	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469		28,321	16,469
28,321	16,469		29,291	16,469		29,291	19,946		29,291	16,469
28,321	19,946		30,261	16,469		31,230	19,946		29,291	16,469
27,351	16,469		30,261	19,946		31,230	19,946		28,321	16,469
28,321	16,469		28,321	16,469		30,261	16,469		29,291	19,946
29,291	16,469		28,321	16,469		29,291	16,469		30,261	16,469
29,291	19,946		29,291	16,469		29,291	16,469		30,261	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		30,261	16,469		29,291	16,469
28,321	16,469		28,321	16,469		30,261	16,469		28,321	16,469
28,321	16,469		28,321	16,469		30,261	16,469		29,291	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	19,946		29,291	16,469
30,261	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469
30,261	19,946		29,291	16,469		30,261	16,469		28,321	16,469
29,291	16,469		28,321	16,469		30,261	16,469		29,291	19,946
28,321	16,469		29,291	19,946		30,261	16,469		30,261	19,946
28,321	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	19,946
27,351	16,469		30,261	16,469		30,261	16,469		29,291	19,946
29,291	16,469		30,261	19,946		29,291	16,469		29,291	16,469
29,291	16,469		29,291	19,946		29,291	19,946		29,291	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	19,946		29,291	16,469
28,321	16,469		28,321	16,469		30,261	16,469		28,321	16,469
28,321	19,946		30,261	16,469		30,261	19,946		29,291	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469
30,261	19,946		30,261	19,946		29,291	19,946		29,291	16,469
29,291	19,946		29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469
29,291	19,946		30,261	16,469		30,261	16,469		30,261	16,469
28,321	19,946		28,321	16,469		30,261	19,946		29,291	16,469
28,321	16,469		29,291	19,946		29,291	16,469		28,321	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		30,261	16,469		29,291	16,469
29,291	16,469		30,261	16,469		30,261	19,946		29,291	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469
28,321	19,946		30,261	16,469		28,321	16,469		30,261	19,946
28,321	16,469		30,261	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469
29,291	16,469		29,291	19,946		29,291	16,469		29,291	19,946
29,291	16,469		29,291	19,946		30,261	16,469		30,261	19,946
29,291	19,946		30,261	19,946		29,291	16,469		29,291	16,469

29,291	19,946		30,261	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469
28,321	16,469		30,261	19,946		30,261	16,469		30,261	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		31,230	16,469		31,230	19,946
29,291	16,469		29,291	16,469		30,261	16,469		29,291	16,469
29,291	16,469		30,261	19,946		29,291	16,469		29,291	16,469
29,291	16,469		30,261	16,469		29,291	16,469		29,291	19,946
29,291	19,946		30,261	16,469		29,291	19,946		29,291	16,469
29,291	19,946		30,261	19,946		30,261	19,946		29,291	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	19,946
29,291	16,469		30,261	19,946		30,261	19,946		29,291	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	19,946
29,291	16,469		30,261	19,946		30,261	19,946		29,291	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469
28,321	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469
28,321	16,469		29,291	19,946		29,291	16,469		30,261	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	19,946		30,261	16,469
29,291	16,469		30,261	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469
29,291	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469		30,261	16,469
29,291	19,946		29,291	16,469		28,321	16,469		29,291	16,469
28,321	16,469		30,261	16,469		28,321	16,469		30,261	19,946
28,321	16,469		30,261	19,946		29,291	16,469		29,291	16,469
29,291	19,946		30,261	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469
30,261	16,469		29,291	16,469		29,291	16,469		31,230	19,946
29,291	16,469		28,321	19,946		29,291	16,469		31,230	16,469
28,321	16,469		28,321	16,469		30,261	16,469		29,291	16,469
27,351	16,469		28,321	16,469		28,321	19,946		29,291	19,946

Tabel L2.2b Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 2 – BK 2

Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2
30,261	19,946	30,261	16,469	31,230	19,946	30,261	19,946
30,261	16,469	30,261	19,946	30,261	19,946	31,230	19,946
30,261	16,469	31,230	19,946	32,200	19,946	30,261	16,469
29,291	19,946	31,230	19,946	31,230	19,946	31,230	19,946
29,291	19,946	31,230	16,469	31,230	19,946	31,230	19,946
29,291	19,946	30,261	19,946	31,230	16,469	31,230	19,946
30,261	19,946	29,291	19,946	31,230	16,469	29,291	19,946
31,230	19,946	31,230	19,946	31,230	19,946	30,261	16,469
30,261	19,946	31,230	19,946	29,291	19,946	31,230	19,946
29,291	19,946	30,261	19,946	31,230	19,946	29,291	16,469
29,291	16,469	29,291	16,469	31,230	19,946	30,261	19,946
29,291	16,469	31,230	16,469	30,261	19,946	32,200	19,946
29,291	16,469	31,230	16,469	31,230	19,946	29,291	16,469
30,261	16,469	31,230	19,946	33,170	19,946	30,261	16,469
30,261	19,946	30,261	19,946	31,230	19,946	31,230	16,469





31,230	19,946		32,200	19,946		30,261	16,469		31,230	19,946
32,200	19,946		31,230	19,946		31,230	19,946		30,261	19,946
31,230	19,946		30,261	19,946		31,230	16,469		30,261	19,946
29,291	16,469		31,230	16,469		30,261	19,946		31,230	16,469
29,291	16,469		31,230	19,946		30,261	16,469		30,261	19,946
31,230	19,946		31,230	19,946		32,200	19,946		31,230	16,469
31,230	19,946		30,261	16,469		31,230	16,469		31,230	19,946
30,261	19,946		31,230	19,946		31,230	19,946		29,291	16,469
30,261	19,946		31,230	19,946		31,230	16,469		31,230	16,469
30,261	16,469		30,261	16,469		31,230	19,946		30,261	16,469
32,200	19,946		31,230	16,469		30,261	19,946		31,230	16,469
32,200	19,946		32,200	16,469		32,200	19,946		32,200	16,469
31,230	16,469		31,230	19,946		32,200	19,946		31,230	19,946
30,261	19,946		30,261	19,946		31,230	19,946		32,200	19,946
30,261	19,946		31,230	19,946		32,200	19,946		31,230	16,469
30,261	16,469		32,200	19,946		31,230	19,946		30,261	16,469
31,230	16,469		31,230	16,469		30,261	19,946		31,230	16,469
30,261	19,946		30,261	19,946		31,230	16,469		30,261	16,469
30,261	19,946		31,230	19,946		32,200	19,946		31,230	19,946
31,230	16,469		32,200	19,946		31,230	19,946		30,261	16,469
31,230	16,469		31,230	16,469		31,230	19,946		31,230	19,946
31,230	16,469		30,261	19,946		30,261	19,946		31,230	16,469
30,261	16,469		31,230	19,946		32,200	19,946		31,230	19,946
31,230	16,469		32,200	19,946		31,230	16,469		30,261	16,469
31,230	16,469		31,230	19,946		32,200	19,946		31,230	19,946
31,230	16,469		30,261	19,946		30,261	16,469		31,230	16,469
31,230	16,469		31,230	16,469		31,230	19,946		32,200	19,946
31,230	16,469		31,230	19,946		31,230	16,469		32,200	16,469
30,261	19,946		32,200	19,946		30,261	16,469		31,230	16,469
30,261	19,946		31,230	19,946		31,230	19,946		31,230	19,946
31,230	19,946		30,261	19,946		32,200	19,946		30,261	16,469
31,230	19,946		31,230	16,469		30,261	16,469		31,230	19,946
31,230	16,469		31,230	19,946		32,200	19,946		31,230	19,946
31,230	16,469		30,261	19,946		31,230	19,946		32,200	19,946
31,230	16,469		31,230	16,469		31,230	19,946		31,230	19,946
31,230	16,469		31,230	19,946		30,261	16,469		31,230	19,946
31,230	19,946		32,200	19,946		31,230	19,946		31,230	19,946
31,230	19,946		31,230	19,946		30,261	16,469		31,230	19,946
31,230	19,946		31,230	19,946		31,230	19,946		31,230	19,946

Tabel L2.2c Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 2 – BK 3

Fv3	Ff3		Fv3	Ff3		Fv3	Ff3		Fv3	Ff3
30,261	16,469		31,230	19,946		31,230	16,469		32,200	19,946
30,261	19,946		30,261	16,469		32,200	16,469		31,230	16,469
30,261	16,469		31,230	19,946		32,200	16,469		30,261	16,469
30,261	16,469		32,200	19,946		31,230	16,469		33,170	19,946
30,261	19,946		31,230	16,469		32,200	16,469		32,200	19,946
30,261	16,469		31,230	19,946		33,170	16,469		30,261	19,946
30,261	19,946		31,230	16,469		31,230	19,946		31,230	19,946
31,230	19,946		31,230	19,946		30,261	16,469		31,230	19,946
31,230	19,946		31,230	19,946		31,230	19,946		31,230	19,946

30,261	16,469	32,200	19,946	31,230	16,469	30,261	16,469
30,261	16,469	31,230	19,946	32,200	16,469	31,230	16,469
30,261	19,946	31,230	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469
31,230	19,946	31,230	19,946	30,261	16,469	30,261	16,469
30,261	19,946	32,200	16,469	32,200	16,469	31,230	16,469
30,261	16,469	32,200	19,946	33,170	19,946	31,230	16,469
30,261	19,946	31,230	16,469	31,230	16,469	30,261	19,946
29,291	16,469	30,261	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469
29,291	16,469	31,230	16,469	31,230	19,946	31,230	19,946
30,261	16,469	30,261	16,469	31,230	19,946	31,230	16,469
30,261	16,469	30,261	16,469	31,230	16,469	32,200	19,946
30,261	16,469	30,261	16,469	31,230	19,946	31,230	16,469
29,291	16,469	30,261	16,469	31,230	19,946	30,261	16,469
29,291	16,469	31,230	16,469	30,261	16,469	32,200	16,469
30,261	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469	31,230	19,946
31,230	16,469	31,230	19,946	31,230	16,469	30,261	16,469
30,261	19,946	32,200	16,469	31,230	19,946	32,200	16,469
29,291	16,469	32,200	19,946	30,261	19,946	32,200	19,946
29,291	16,469	32,200	16,469	32,200	16,469	30,261	16,469
28,321	16,469	32,200	19,946	31,230	16,469	32,200	19,946
30,261	16,469	31,230	19,946	30,261	16,469	31,230	16,469
30,261	16,469	32,200	19,946	32,200	19,946	31,230	12,992
31,230	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469
30,261	19,946	31,230	19,946	30,261	16,469	31,230	19,946
29,291	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469	30,261	16,469
29,291	16,469	32,200	16,469	30,261	16,469	32,200	19,946
31,230	19,946	31,230	19,946	31,230	16,469	31,230	19,946
30,261	16,469	31,230	19,946	30,261	16,469	30,261	16,469
29,291	16,469	31,230	16,469	32,200	16,469	32,200	16,469
29,291	16,469	32,200	16,469	31,230	16,469	30,261	16,469
31,230	19,946	31,230	19,946	30,261	16,469	30,261	16,469
31,230	16,469	30,261	16,469	31,230	16,469	31,230	19,946
31,230	19,946	30,261	19,946	31,230	16,469	31,230	19,946
29,291	16,469	30,261	19,946	30,261	16,469	31,230	16,469
29,291	16,469	30,261	16,469	31,230	16,469	32,200	19,946
30,261	19,946	29,291	16,469	30,261	16,469	30,261	16,469
30,261	16,469	29,291	19,946	30,261	16,469	31,230	19,946
30,261	16,469	30,261	16,469	30,261	16,469	32,200	16,469
30,261	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469	30,261	16,469
30,261	16,469	31,230	16,469	30,261	16,469	32,200	19,946
30,261	16,469	31,230	19,946	31,230	16,469	31,230	16,469
31,230	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469	32,200	16,469
31,230	16,469	30,261	16,469	30,261	16,469	31,230	19,946
30,261	19,946	30,261	16,469	31,230	16,469	32,200	16,469
30,261	19,946	30,261	19,946	30,261	16,469	31,230	19,946
30,261	16,469	31,230	16,469	30,261	16,469	32,200	16,469
30,261	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469	30,261	16,469
30,261	16,469	31,230	19,946	31,230	16,469	32,200	19,946
31,230	16,469	31,230	16,469	31,230	19,946	31,230	16,469
31,230	16,469	30,261	16,469	31,230	16,469	32,200	16,469
30,261	19,946	30,261	16,469	30,261	16,469	31,230	19,946
30,261	19,946	30,261	19,946	31,230	19,946	32,200	16,469

30,261	16,469		30,261	16,469		31,230	19,946		33,170	19,946
29,291	16,469		31,230	16,469		30,261	19,946		32,200	16,469
30,261	16,469		31,230	16,469		31,230	16,469		32,200	16,469
30,261	19,946		31,230	16,469		32,200	19,946		33,170	19,946
30,261	16,469		31,230	19,946		31,230	16,469		30,261	12,992
30,261	16,469		31,230	16,469		31,230	16,469		31,230	16,469
30,261	19,946		31,230	19,946		32,200	19,946		33,170	19,946
31,230	16,469		30,261	16,469		30,261	16,469		31,230	16,469
31,230	16,469		30,261	19,946		31,230	16,469		32,200	16,469
30,261	16,469		31,230	16,469		32,200	16,469		32,200	16,469
30,261	19,946		31,230	19,946		32,200	16,469		30,261	19,946
30,261	19,946		30,261	19,946		31,230	19,946		33,170	16,469
31,230	19,946		30,261	19,946		31,230	16,469		32,200	19,946
31,230	19,946		31,230	16,469		31,230	16,469		31,230	19,946
31,230	16,469		32,200	16,469		30,261	16,469		33,170	19,946
30,261	16,469		30,261	19,946		31,230	19,946		32,200	16,469
29,291	16,469		30,261	19,946		32,200	19,946		31,230	16,469
29,291	16,469		30,261	16,469		31,230	19,946		32,200	19,946
31,230	16,469		31,230	16,469		32,200	16,469		31,230	16,469
30,261	16,469		30,261	16,469		32,200	16,469		31,230	19,946
30,261	16,469		30,261	16,469		29,291	16,469		32,200	19,946
29,291	19,946		31,230	19,946		30,261	19,946		31,230	16,469
30,261	16,469		31,230	16,469		32,200	19,946		33,170	16,469
30,261	19,946		31,230	19,946		31,230	16,469		32,200	19,946
31,230	19,946		30,261	16,469		31,230	16,469		30,261	16,469
31,230	16,469		31,230	19,946		33,170	16,469		33,170	19,946
31,230	16,469		30,261	16,469		31,230	16,469		31,230	19,946
30,261	19,946		31,230	19,946		31,230	16,469		32,200	19,946
31,230	19,946		30,261	19,946		30,261	16,469		33,170	16,469
31,230	16,469		31,230	19,946		32,200	19,946		31,230	16,469
31,230	16,469		30,261	16,469		29,291	16,469		32,200	19,946
29,291	19,946		31,230	19,946		30,261	19,946		31,230	16,469
30,261	16,469		31,230	16,469		32,200	19,946		33,170	16,469
30,261	19,946		31,230	19,946		31,230	16,469		32,200	19,946
31,230	19,946		30,261	16,469		31,230	16,469		30,261	16,469
31,230	16,469		31,230	19,946		33,170	16,469		33,170	19,946
31,230	16,469		30,261	16,469		31,230	16,469		31,230	19,946
30,261	19,946		30,261	19,946		31,230	16,469		32,200	16,469
31,230	19,946		30,261	19,946		30,261	16,469		33,170	16,469
31,230	16,469		31,230	19,946		32,200	19,946		31,230	19,946
31,230	19,946		30,261	16,469		31,230	16,469		30,261	16,469
31,230	19,946		30,261	19,946		31,230	16,469		31,230	19,946
31,230	19,946		31,230	19,946		32,200	19,946		31,230	19,946
31,230	16,469		31,230	16,469		32,200	16,469		32,200	16,469
31,230	16,469		30,261	16,469		30,261	19,946		31,230	16,469
32,200	19,946		31,230	16,469		32,200	19,946		32,200	16,469
31,230	16,469		30,261	16,469		32,200	16,469		31,230	19,946
31,230	16,469		31,230	16,469		31,230	16,469		31,230	16,469

29,291	16,469	32,200	19,946	31,230	16,469	32,200	19,946
30,261	16,469	30,261	16,469	31,230	16,469	30,261	16,469
30,261	19,946	31,230	19,946	32,200	16,469	31,230	16,469
31,230	16,469	31,230	19,946	31,230	16,469	32,200	16,469
31,230	19,946	31,230	16,469	32,200	16,469	30,261	19,946
31,230	16,469	31,230	16,469	33,170	19,946	32,200	19,946
31,230	19,946	31,230	19,946	31,230	19,946	31,230	16,469
32,200	19,946	31,230	19,946	32,200	19,946	31,230	19,946
32,200	19,946	31,230	19,946	32,200	16,469	32,200	19,946
31,230	19,946	31,230	19,946	30,261	19,946	30,261	16,469
31,230	16,469	32,200	19,946	31,230	16,469	31,230	19,946
30,261	16,469	32,200	16,469	32,200	16,469	32,200	16,469
31,230	16,469	30,261	16,469	32,200	19,946	30,261	16,469
31,230	16,469	30,261	16,469	32,200	19,946	31,230	19,946
30,261	19,946	31,230	16,469	33,170	19,946	31,230	16,469
30,261	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469
30,261	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469	32,200	16,469
31,230	16,469	32,200	16,469	32,200	16,469	31,230	19,946
31,230	16,469	32,200	16,469	31,230	16,469	31,230	19,946
31,230	19,946	31,230	16,469	32,200	19,946	31,230	19,946
31,230	16,469	31,230	19,946	33,170	16,469	32,200	19,946
31,230	19,946	32,200	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469
31,230	16,469	32,200	16,469	31,230	16,469	32,200	16,469
30,261	19,946	31,230	16,469	32,200	19,946	31,230	16,469
30,261	16,469	32,200	16,469	33,170	16,469	31,230	16,469
30,261	16,469	32,200	19,946	31,230	16,469	31,230	16,469
30,261	16,469	31,230	19,946	31,230	16,469	32,200	16,469
30,261	16,469	32,200	16,469	30,261	19,946	30,261	16,469
30,261	16,469	32,200	19,946	31,230	16,469	33,170	19,946
31,230	16,469	31,230	19,946	31,230	16,469	31,230	19,946
31,230	19,946	32,200	16,469	32,200	16,469	32,200	16,469
31,230	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469	33,170	19,946
31,230	19,946	32,200	19,946	30,261	16,469	31,230	16,469
31,230	16,469	32,200	19,946	31,230	16,469	32,200	16,469
30,261	19,946	31,230	16,469	32,200	16,469	30,261	16,469
30,261	16,469	32,200	19,946	31,230	16,469	33,170	19,946
30,261	16,469	31,230	16,469	30,261	16,469	31,230	19,946
31,230	16,469	32,200	19,946	32,200	16,469	32,200	16,469
31,230	19,946	31,230	16,469	31,230	16,469	31,230	16,469
31,230	16,469	32,200	16,469	32,200	16,469	32,200	16,469
32,200	19,946	31,230	19,946	31,230	16,469	32,200	19,946
32,200	19,946	30,261	16,469	31,230	19,946	32,200	16,469
31,230	16,469	32,200	16,469	31,230	16,469	32,200	16,469
31,230	19,946	32,200	19,946	30,261	19,946	32,200	16,469
31,230	16,469	31,230	19,946	31,230	16,469	31,230	19,946
31,230	19,946	31,230	19,946	30,261	16,469	32,200	16,469
31,230	19,946	32,200	19,946	31,230	19,946	32,200	16,469
32,200	19,946	32,200	19,946	31,230	19,946	31,230	16,469
32,200	19,946	31,230	16,469	30,261	16,469	33,170	16,469

Tabel L2.3a Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 3 – BK 1

Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1
45,777	23,424	47,717	23,424	46,747	23,424	48,687	23,424

45,777	23,424		46,747	23,424		46,747	23,424		48,687	23,424
44,807	23,424		45,777	23,424		45,777	19,946		46,747	23,424
44,807	19,946		46,747	23,424		45,777	19,946		47,717	23,424
44,807	23,424		46,747	19,946		45,777	23,424		48,687	23,424
44,807	23,424		47,717	19,946		45,777	23,424		48,687	19,946
46,747	23,424		47,717	23,424		47,717	23,424		46,747	19,946
45,777	23,424		47,717	19,946		47,717	23,424		46,747	19,946
45,777	23,424		47,717	23,424		46,747	23,424		47,717	23,424
46,747	23,424		47,717	19,946		45,777	23,424		48,687	23,424
46,747	19,946		46,747	23,424		45,777	19,946		46,747	19,946
45,777	19,946		46,747	19,946		46,747	23,424		46,747	23,424
45,777	19,946		46,747	23,424		45,777	23,424		47,717	23,424
45,777	23,424		46,747	19,946		45,777	23,424		47,717	19,946
45,777	23,424		47,717	23,424		46,747	23,424		47,717	19,946
45,777	19,946		47,717	23,424		47,717	23,424		47,717	23,424
45,777	19,946		47,717	19,946		47,717	23,424		46,747	23,424
45,777	19,946		46,747	19,946		45,777	19,946		47,717	19,946
45,777	23,424		46,747	23,424		44,807	19,946		48,687	23,424
46,747	19,946		45,777	23,424		46,747	23,424		47,717	23,424
46,747	23,424		46,747	23,424		46,747	19,946		47,717	19,946
46,747	19,946		45,777	23,424		45,777	23,424		48,687	23,424
45,777	23,424		46,747	23,424		45,777	23,424		49,656	23,424
45,777	19,946		47,717	19,946		45,777	23,424		46,747	23,424
45,777	23,424		46,747	23,424		45,777	23,424		48,687	23,424
45,777	23,424		48,687	23,424		47,717	19,946		45,777	19,946
46,747	23,424		48,687	23,424		46,747	23,424		46,747	19,946
46,747	19,946		48,687	23,424		46,747	23,424		48,687	23,424
46,747	23,424		47,717	19,946		45,777	23,424		47,717	23,424
44,807	19,946		45,777	19,946		46,747	19,946		47,717	23,424
45,777	23,424		46,747	23,424		46,747	23,424		48,687	23,424
45,777	23,424		47,717	23,424		47,717	23,424		48,687	19,946
46,747	19,946		47,717	23,424		45,777	19,946		45,777	23,424
45,777	23,424		47,717	23,424		45,777	23,424		46,747	23,424
46,747	19,946		47,717	19,946		45,777	23,424		48,687	23,424
45,777	23,424		46,747	19,946		46,747	19,946		47,717	23,424
45,777	19,946		48,687	23,424		47,717	19,946		45,777	19,946
45,777	23,424		48,687	23,424		46,747	23,424		46,747	19,946
46,747	19,946		48,687	23,424		46,747	23,424		48,687	23,424
46,747	23,424		47,717	19,946		45,777	23,424		47,717	23,424
46,747	19,946		46,747	23,424		46,747	19,946		47,717	23,424
45,777	23,424		45,777	19,946		45,777	23,424		48,687	23,424
45,777	19,946		46,747	23,424		45,777	23,424		46,747	23,424
44,807	19,946		47,717	23,424		46,747	19,946		47,717	23,424
45,777	19,946		46,747	23,424		46,747	23,424		48,687	23,424
46,747	19,946		47,717	23,424		47,717	23,424		46,747	19,946
45,777	23,424		46,747	19,946		45,777	23,424		46,747	19,946
46,747	19,946		46,747	23,424		46,747	23,424		46,747	23,424
46,747	19,946		47,717	23,424		46,747	23,424		47,717	23,424
47,717	23,424		46,747	23,424		48,687	23,424		47,717	19,946
47,717	23,424		46,747	23,424		47,717	23,424		46,747	19,946
46,747	23,424		46,747	23,424		44,807	19,946		46,747	19,946
46,747	23,424		47,717	23,424		45,777	19,946		47,717	23,424
46,747	23,424		47,717	19,946		46,747	23,424		47,717	23,424

45,777	23,424	47,717	23,424	47,717	23,424	46,747	23,424
45,777	23,424	46,747	19,946	45,777	19,946	45,777	23,424
45,777	19,946	45,777	19,946	46,747	23,424	46,747	23,424
45,777	19,946	46,747	19,946	47,717	23,424	47,717	19,946
45,777	23,424	47,717	19,946	48,687	23,424	46,747	19,946
46,747	23,424	47,717	23,424	46,747	23,424	45,777	19,946
47,717	23,424	46,747	23,424	46,747	23,424	46,747	19,946
46,747	23,424	46,747	23,424	46,747	23,424	46,747	23,424
46,747	23,424	47,717	23,424	47,717	23,424	45,777	23,424
45,777	19,946	47,717	23,424	47,717	23,424	44,807	19,946
46,747	23,424	46,747	23,424	46,747	23,424	47,717	23,424
46,747	23,424	46,747	19,946	46,747	23,424	46,747	23,424
46,747	23,424	47,717	19,946	48,687	23,424	46,747	19,946
45,777	19,946	47,717	23,424	47,717	19,946	45,777	23,424
45,777	19,946	47,717	23,424	46,747	23,424	46,747	19,946
47,717	23,424	46,747	19,946	45,777	19,946	45,777	19,946
47,717	19,946	47,717	23,424	45,777	19,946	45,777	19,946

Tabel L2.3b Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 3 – BK 2

Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2
48,687	19,946	48,687	23,424	49,656	23,424	48,687	23,424
47,717	23,424	48,687	23,424	50,626	23,424	47,717	19,946
46,747	19,946	47,717	19,946	48,687	19,946	48,687	23,424
47,717	23,424	48,687	23,424	48,687	23,424	49,656	19,946
47,717	23,424	49,656	23,424	48,687	23,424	47,717	23,424
47,717	23,424	49,656	23,424	49,656	23,424	47,717	23,424
47,717	19,946	47,717	23,424	49,656	19,946	48,687	19,946
46,747	23,424	48,687	19,946	48,687	19,946	46,747	23,424
47,717	23,424	48,687	19,946	48,687	23,424	47,717	23,424
47,717	23,424	49,656	23,424	49,656	19,946	49,656	23,424
48,687	23,424	48,687	19,946	48,687	19,946	48,687	23,424
47,717	23,424	48,687	23,424	48,687	23,424	47,717	23,424
48,687	23,424	48,687	19,946	49,656	23,424	48,687	19,946
48,687	23,424	49,656	23,424	49,656	23,424	49,656	23,424
46,747	23,424	48,687	23,424	48,687	19,946	47,717	19,946
46,747	23,424	47,717	23,424	47,717	19,946	48,687	19,946
47,717	23,424	46,747	23,424	48,687	23,424	49,656	23,424
47,717	23,424	47,717	19,946	48,687	23,424	47,717	23,424
47,717	19,946	48,687	19,946	48,687	23,424	48,687	23,424
47,717	19,946	49,656	23,424	47,717	23,424	49,656	23,424
47,717	23,424	48,687	23,424	48,687	23,424	48,687	23,424

46,747	23,424		48,687	23,424		48,687	23,424		48,687	19,946
49,656	23,424		48,687	23,424		47,717	23,424		48,687	23,424
49,656	23,424		47,717	19,946		47,717	23,424		47,717	19,946
48,687	23,424		47,717	23,424		47,717	19,946		46,747	19,946
46,747	23,424		47,717	23,424		48,687	19,946		48,687	23,424
46,747	19,946		47,717	23,424		47,717	19,946		49,656	23,424
47,717	23,424		48,687	23,424		48,687	19,946		47,717	19,946
48,687	23,424		49,656	23,424		48,687	23,424		47,717	19,946
48,687	23,424		48,687	19,946		47,717	19,946		49,656	19,946
48,687	19,946		47,717	23,424		47,717	23,424		48,687	19,946
47,717	23,424		46,747	19,946		47,717	19,946		49,656	23,424
48,687	23,424		47,717	19,946		48,687	23,424		50,626	23,424
48,687	23,424		47,717	19,946		49,656	19,946		48,687	19,946
47,717	23,424		47,717	23,424		48,687	23,424		48,687	19,946
47,717	23,424		47,717	23,424		48,687	26,901		50,626	23,424
47,717	23,424		49,656	19,946		48,687	23,424		51,596	23,424
46,747	19,946		48,687	19,946		47,717	19,946		50,626	23,424
46,747	23,424		47,717	19,946		47,717	19,946		50,626	19,946
47,717	19,946		46,747	23,424		49,656	19,946		49,656	23,424
47,717	19,946		47,717	23,424		48,687	19,946		48,687	19,946
48,687	26,901		47,717	19,946		46,747	23,424		49,656	23,424
47,717	23,424		47,717	23,424		47,717	23,424		50,626	26,901
47,717	23,424		47,717	19,946		48,687	23,424		48,687	19,946
47,717	19,946		47,717	19,946		49,656	23,424		49,656	19,946
47,717	23,424		47,717	23,424		49,656	23,424		50,626	19,946
47,717	23,424		47,717	19,946		49,656	23,424		49,656	19,946
47,717	19,946		47,717	19,946		48,687	23,424		51,596	23,424
48,687	19,946		48,687	19,946		48,687	23,424		50,626	23,424
47,717	23,424		47,717	19,946		47,717	23,424		49,656	19,946
47,717	23,424		48,687	19,946		49,656	23,424		48,687	19,946
49,656	23,424		49,656	23,424		49,656	23,424		49,656	23,424
49,656	23,424		47,717	19,946		48,687	19,946		49,656	19,946
49,656	19,946		47,717	23,424		48,687	19,946		49,656	23,424
48,687	23,424		47,717	19,946		49,656	23,424		49,656	23,424
47,717	19,946		48,687	19,946		49,656	23,424		50,626	23,424
47,717	19,946		47,717	23,424		49,656	19,946		48,687	19,946
48,687	19,946		47,717	23,424		49,656	23,424		49,656	23,424
49,656	23,424		47,717	23,424		50,626	19,946		50,626	19,946
48,687	19,946		49,656	19,946		49,656	23,424		48,687	23,424
49,656	23,424		48,687	19,946		48,687	23,424		49,656	23,424
49,656	23,424		48,687	19,946		49,656	23,424		49,656	23,424
49,656	23,424		48,687	19,946		49,656	19,946		48,687	23,424

49,656	23,424	48,687	23,424	49,656	23,424	49,656	19,946
49,656	23,424	48,687	23,424	49,656	23,424	50,626	23,424
48,687	23,424	49,656	23,424	50,626	23,424	48,687	19,946
47,717	23,424	49,656	23,424	49,656	19,946	48,687	23,424
48,687	23,424	49,656	23,424	48,687	23,424	48,687	19,946
49,656	23,424	49,656	23,424	49,656	23,424	47,717	19,946
49,656	23,424	48,687	23,424	50,626	23,424	47,717	23,424
50,626	23,424	49,656	23,424	49,656	19,946	48,687	23,424
48,687	23,424	48,687	23,424	49,656	19,946	47,717	19,946
48,687	23,424	49,656	23,424	49,656	19,946	47,717	19,946
48,687	19,946	49,656	23,424	49,656	23,424	49,656	23,424
48,687	19,946	49,656	19,946	48,687	23,424	48,687	19,946
48,687	23,424	49,656	23,424	48,687	19,946	47,717	23,424
48,687	19,946	50,626	23,424	50,626	23,424	47,717	23,424
48,687	23,424	50,626	19,946	49,656	23,424	47,717	23,424
50,626	23,424	49,656	19,946	48,687	19,946	47,717	19,946
50,626	23,424	49,656	23,424	49,656	19,946	48,687	23,424
50,626	23,424	50,626	23,424	49,656	19,946	48,687	23,424
49,656	23,424	49,656	23,424	48,687	19,946	46,747	23,424
47,717	19,946	48,687	23,424	50,626	23,424	48,687	19,946
47,717	23,424	48,687	23,424	49,656	19,946	49,656	23,424
48,687	19,946	48,687	19,946	48,687	23,424	48,687	23,424
49,656	26,901	50,626	23,424	48,687	19,946	49,656	23,424
49,656	19,946	49,656	23,424	49,656	23,424	48,687	19,946
48,687	19,946	49,656	19,946	50,626	23,424	48,687	23,424
48,687	19,946	50,626	23,424	49,656	23,424	49,656	23,424
49,656	23,424	49,656	23,424	48,687	19,946	48,687	19,946
49,656	23,424	49,656	23,424	48,687	19,946	49,656	23,424
48,687	19,946	49,656	19,946	48,687	23,424	48,687	23,424
48,687	19,946	49,656	19,946	47,717	23,424	48,687	23,424
48,687	19,946	50,626	23,424	50,626	23,424	48,687	19,946
48,687	23,424	50,626	23,424	48,687	23,424	49,656	23,424
49,656	23,424	49,656	23,424	47,717	19,946	50,626	19,946
49,656	23,424	48,687	23,424	48,687	19,946	48,687	23,424
49,656	23,424	48,687	23,424	49,656	23,424	49,656	23,424
48,687	19,946	48,687	23,424	47,717	19,946	50,626	26,901
48,687	23,424	49,656	19,946	49,656	19,946	49,656	23,424
48,687	19,946	48,687	23,424	48,687	19,946	46,747	23,424

Tabel L2.3c Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 3 – BK 3

Fv3	Ff3	Fv3	Ff3	Fv3	Ff3	Fv3	Ff3
46,747	19,946	47,717	23,424	46,747	19,946	48,687	23,424

46,747	19,946		47,717	19,946		47,717	19,946		47,717	19,946
47,717	23,424		46,747	23,424		48,687	23,424		46,747	23,424
46,747	23,424		46,747	23,424		49,656	19,946		46,747	23,424
45,777	19,946		46,747	19,946		48,687	23,424		47,717	23,424
45,777	23,424		47,717	23,424		47,717	23,424		46,747	23,424
46,747	26,901		48,687	19,946		47,717	23,424		47,717	19,946
47,717	19,946		47,717	19,946		47,717	23,424		47,717	23,424
47,717	23,424		47,717	19,946		47,717	19,946		46,747	19,946
46,747	23,424		48,687	19,946		47,717	23,424		46,747	23,424
45,777	23,424		48,687	23,424		47,717	23,424		47,717	19,946
45,777	23,424		48,687	19,946		48,687	23,424		47,717	19,946
45,777	23,424		47,717	23,424		46,747	23,424		47,717	19,946
45,777	23,424		46,747	19,946		46,747	19,946		46,747	19,946
45,777	23,424		47,717	23,424		47,717	19,946		47,717	19,946
46,747	23,424		46,747	19,946		48,687	23,424		46,747	19,946
46,747	23,424		47,717	19,946		47,717	19,946		47,717	19,946
46,747	23,424		46,747	23,424		47,717	23,424		46,747	19,946
46,747	23,424		48,687	19,946		47,717	19,946		48,687	19,946
46,747	19,946		46,747	23,424		47,717	23,424		47,717	19,946
47,717	23,424		45,777	19,946		47,717	23,424		46,747	19,946
46,747	23,424		46,747	19,946		46,747	19,946		47,717	19,946
46,747	19,946		47,717	19,946		46,747	23,424		47,717	23,424
46,747	23,424		46,747	23,424		46,747	19,946		45,777	16,469
45,777	23,424		46,747	23,424		46,747	19,946		47,717	23,424
45,777	23,424		47,717	19,946		46,747	19,946		46,747	19,946
46,747	26,901		48,687	23,424		46,747	19,946		45,777	23,424
46,747	23,424		47,717	23,424		46,747	23,424		46,747	19,946
46,747	19,946		46,747	19,946		46,747	19,946		46,747	23,424
45,777	19,946		45,777	19,946		46,747	19,946		47,717	23,424
46,747	23,424		46,747	23,424		45,777	19,946		47,717	23,424
45,777	19,946		47,717	23,424		47,717	19,946		48,687	23,424
46,747	23,424		46,747	19,946		46,747	19,946		47,717	23,424
45,777	19,946		45,777	19,946		46,747	19,946		46,747	23,424
46,747	23,424		46,747	23,424		45,777	19,946		47,717	23,424
45,777	19,946		47,717	23,424		47,717	19,946		48,687	23,424
46,747	19,946		46,747	19,946		46,747	19,946		47,717	23,424
45,777	19,946		47,717	23,424		46,747	19,946		47,717	23,424
46,747	19,946		46,747	19,946		45,777	19,946		46,747	19,946
47,717	23,424		45,777	19,946		46,747	19,946		47,717	23,424
46,747	23,424		46,747	19,946		46,747	23,424		48,687	19,946
46,747	19,946		47,717	19,946		46,747	23,424		49,656	23,424
47,717	23,424		46,747	23,424		47,717	19,946		48,687	23,424
46,747	23,424		47,717	23,424		45,777	19,946		49,656	19,946
45,777	23,424		46,747	23,424		46,747	23,424		47,717	19,946
46,747	19,946		46,747	23,424		46,747	23,424		48,687	23,424
47,717	23,424		45,777	19,946		47,717	19,946		48,687	23,424
48,687	19,946		46,747	19,946		47,717	23,424		48,687	19,946
48,687	23,424		47,717	19,946		47,717	19,946		49,656	23,424
45,777	19,946		48,687	19,946		45,777	19,946		49,656	19,946
44,807	23,424		46,747	19,946		46,747	19,946		46,747	23,424
45,777	19,946		45,777	19,946		47,717	23,424		48,687	19,946

46,747	23,424		46,747	19,946		47,717	23,424		48,687	19,946
47,717	19,946		46,747	19,946		46,747	23,424		47,717	23,424
46,747	23,424		46,747	19,946		46,747	23,424		48,687	19,946
46,747	23,424		45,777	23,424		47,717	23,424		48,687	19,946
45,777	19,946		46,747	23,424		46,747	19,946		47,717	19,946
47,717	19,946		47,717	23,424		47,717	19,946		49,656	23,424
47,717	19,946		46,747	23,424		48,687	23,424		49,656	19,946
47,717	19,946		45,777	23,424		48,687	23,424		48,687	23,424
46,747	23,424		46,747	23,424		47,717	19,946		47,717	23,424
46,747	23,424		47,717	23,424		47,717	23,424		48,687	23,424
46,747	23,424		47,717	23,424		47,717	19,946		46,747	19,946
47,717	23,424		47,717	19,946		47,717	23,424		47,717	19,946
48,687	23,424		47,717	23,424		47,717	19,946		48,687	19,946
48,687	23,424		46,747	19,946		48,687	23,424		47,717	19,946
47,717	19,946		46,747	19,946		47,717	19,946		46,747	23,424
47,717	23,424		46,747	19,946		46,747	19,946		48,687	23,424
47,717	19,946		46,747	23,424		47,717	19,946		48,687	23,424
47,717	23,424		45,777	19,946		48,687	23,424		48,687	19,946
47,717	23,424		46,747	19,946		49,656	23,424		48,687	23,424
47,717	23,424		47,717	23,424		47,717	19,946		47,717	19,946
47,717	23,424		47,717	19,946		47,717	19,946		46,747	23,424
47,717	19,946		46,747	19,946		47,717	19,946		47,717	19,946
47,717	23,424		47,717	23,424		48,687	23,424		48,687	19,946
47,717	19,946		46,747	23,424		49,656	23,424		47,717	23,424
47,717	23,424		47,717	19,946		47,717	19,946		46,747	19,946
47,717	19,946		46,747	19,946		47,717	19,946		47,717	19,946
47,717	23,424		47,717	19,946		48,687	23,424		48,687	19,946
47,717	19,946		46,747	23,424		47,717	23,424		47,717	23,424
50,626	23,424		47,717	19,946		47,717	23,424		47,717	23,424
49,656	23,424		47,717	19,946		48,687	23,424		46,747	19,946
47,717	23,424		47,717	23,424		49,656	23,424		47,717	19,946
47,717	23,424		47,717	19,946		47,717	19,946		46,747	23,424
47,717	19,946		46,747	19,946		47,717	19,946		47,717	19,946
47,717	19,946		47,717	19,946		48,687	23,424		48,687	19,946
50,626	23,424		47,717	19,946		47,717	23,424		47,717	23,424
49,656	23,424		47,717	19,946		48,687	23,424		46,747	19,946
47,717	23,424		47,717	23,424		49,656	23,424		47,717	19,946
47,717	23,424		47,717	23,424		47,717	23,424		46,747	19,946
47,717	19,946		46,747	19,946		47,717	19,946		47,717	19,946
47,717	23,424		47,717	19,946		48,687	23,424		48,687	19,946
47,717	19,946		46,747	23,424		47,717	19,946		46,747	19,946
47,717	23,424		48,687	23,424		47,717	19,946		47,717	23,424
46,747	23,424		48,687	23,424		48,687	19,946		48,687	19,946
48,687	19,946		46,747	23,424		48,687	19,946		46,747	19,946
47,717	19,946		47,717	23,424		48,687	19,946		46,747	23,424
47,717	19,946		47,717	23,424		47,717	23,424		48,687	19,946
47,717	23,424		47,717	19,946		47,717	19,946		47,717	19,946
46,747	23,424		46,747	19,946		48,687	23,424		45,777	19,946
46,747	19,946		49,656	23,424		48,687	23,424		46,747	19,946
46,747	23,424		47,717	19,946		47,717	19,946		47,717	23,424
47,717	23,424		46,747	19,946		47,717	23,424		47,717	23,424
48,687	19,946		47,717	19,946		47,717	23,424		45,777	19,946
49,656	23,424		48,687	23,424		47,717	23,424		46,747	19,946
48,687	23,424		48,687	19,946		48,687	23,424		47,717	23,424

47,717	19,946		47,717	23,424		49,656	23,424		46,747	19,946
47,717	19,946		47,717	19,946		48,687	23,424		48,687	23,424
47,717	23,424		47,717	19,946		46,747	26,901		46,747	19,946
47,717	23,424		48,687	19,946		46,747	23,424		46,747	19,946
47,717	19,946		46,747	23,424		48,687	19,946		48,687	23,424
46,747	23,424		47,717	19,946		48,687	19,946		46,747	23,424
47,717	23,424		48,687	23,424		48,687	23,424		47,717	19,946
48,687	23,424		49,656	23,424		49,656	23,424		47,717	23,424
48,687	19,946		48,687	23,424		47,717	19,946		47,717	23,424
47,717	23,424		47,717	23,424		46,747	19,946		46,747	23,424
46,747	19,946		47,717	19,946		47,717	23,424		48,687	19,946
46,747	23,424		49,656	19,946		47,717	19,946		48,687	23,424
47,717	23,424		48,687	19,946		46,747	23,424		47,717	19,946
49,656	23,424		48,687	23,424		47,717	23,424		49,656	23,424
48,687	23,424		48,687	23,424		47,717	23,424		48,687	19,946
47,717	19,946		47,717	23,424		47,717	19,946		46,747	19,946
48,687	23,424		47,717	23,424		46,747	19,946		48,687	19,946

Tabel L2.4a Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 4 – BK 1

Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1
20,563	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515
20,563	9,515	21,532	9,515	21,532	9,515	20,563	9,515
20,563	9,515	21,532	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515
20,563	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515
20,563	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515	22,502	9,515
20,563	9,515	21,532	9,515	21,532	9,515	20,563	6,038
20,563	9,515	21,532	12,992	21,532	9,515	22,502	9,515
19,593	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515
20,563	9,515	21,532	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515
20,563	9,515	21,532	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515
20,563	9,515	20,563	9,515	22,502	9,515	20,563	9,515
19,593	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515	22,502	9,515
20,563	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515	21,532	9,515
21,532	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515	21,532	9,515
21,532	9,515	21,532	9,515	21,532	9,515	20,563	9,515
20,563	12,992	21,532	9,515	21,532	9,515	20,563	9,515
20,563	9,515	21,532	9,515	21,532	9,515	21,532	9,515
20,563	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515	21,532	6,038
20,563	9,515	21,532	9,515	22,502	9,515	22,502	9,515
19,593	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515	21,532	12,992
20,563	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515
21,532	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515	21,532	9,515

21,532	12,992		21,532	9,515	20,563	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515	21,532	9,515		23,472	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515	22,502	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	12,992	20,563	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515	20,563	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515	20,563	9,515		22,502	9,515
19,593	9,515		21,532	9,515	20,563	9,515		23,472	12,992
21,532	9,515		20,563	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		22,502	9,515	21,532	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515	22,502	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515	20,563	9,515		21,532	9,515
22,502	12,992		20,563	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515	22,502	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515	20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	12,992	21,532	12,992		23,472	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515	22,502	9,515		20,563	9,515
21,532	9,515		21,532	12,992	21,532	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515	22,502	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		21,532	6,038	21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515	21,532	6,038		22,502	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515	21,532	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515	21,532	9,515		22,502	6,038
21,532	9,515		21,532	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		22,502	9,515	22,502	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515	20,563	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515	22,502	9,515		20,563	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515	21,532	9,515		22,502	6,038
21,532	9,515		21,532	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		22,502	9,515	22,502	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515	20,563	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		22,502	9,515	22,502	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515	22,502	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515	21,532	9,515		22,502	9,515
21,532	12,992		21,532	9,515	21,532	9,515		20,563	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515	22,502	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		22,502	9,515	20,563	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515	22,502	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515	21,532	9,515		22,502	9,515
22,502	12,992		21,532	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515	21,532	12,992		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515	21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515	22,502	9,515		20,563	9,515

21,532	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515
21,532	12,992		21,532	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	12,992
21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515		20,563	9,515
22,502	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515		23,472	12,992
21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	12,992		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	12,992		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
22,502	12,992		21,532	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515

Tabel L2.4b Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 4 – BK2

Fv2	Ff2		Fv2	Ff2		Fv2	Ff2		Fv2	Ff2
19,593	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		23,472	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		20,563	6,038

20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	12,992		21,532	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		22,502	12,992		21,532	9,515
20,563	6,038		20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		22,502	6,038
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		19,593	12,992		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515		21,532	6,038
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	6,038		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515		20,563	6,038		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		20,563	6,038		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		19,593	9,515		22,502	9,515
19,593	9,515		21,532	6,038		21,532	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		23,472	9,515
20,563	9,515		20,563	12,992		20,563	9,515		20,563	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		23,472	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		19,593	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		21,532	6,038		21,532	9,515		22,502	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		23,472	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	12,992
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		19,593	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515



20,563	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515		20,563	9,515
21,532	9,515		22,502	9,515		22,502	9,515		22,502	9,515
22,502	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		22,502	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		22,502	9,515		21,532	12,992		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515		23,472	9,515
21,532	9,515		22,502	12,992		20,563	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515
21,532	9,515		22,502	9,515		22,502	9,515		22,502	9,515

Tabel L2.4c Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 4 – BK 3

Fv3	Ff3	Fv3	Ff3	Fv3	Ff3	Fv3	Ff3
20,563	9,515	21,532	6,038	20,563	9,515	20,563	9,515
20,563	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515
19,593	9,515	20,563	9,515	19,593	9,515	20,563	9,515
19,593	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515	20,563	9,515
19,593	9,515	19,593	9,515	20,563	9,515	19,593	9,515
20,563	9,515	19,593	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515
19,593	6,038	19,593	9,515	21,532	9,515	20,563	9,515
18,623	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515
20,563	9,515	19,593	6,038	19,593	9,515	21,532	9,515
20,563	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515	19,593	9,515
20,563	9,515	20,563	9,515	19,593	9,515	20,563	9,515
19,593	9,515	20,563	9,515	20,563	6,038	20,563	9,515
19,593	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515	20,563	9,515
19,593	9,515	20,563	9,515	19,593	9,515	21,532	9,515
19,593	9,515	21,532	9,515	19,593	9,515	19,593	9,515
19,593	9,515	19,593	9,515	21,532	9,515	21,532	9,515
19,593	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515	19,593	9,515
18,623	9,515	20,563	6,038	20,563	9,515	20,563	9,515
19,593	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515	20,563	9,515
20,563	6,038	19,593	9,515	19,593	9,515	20,563	9,515
20,563	9,515	19,593	6,038	20,563	9,515	20,563	9,515
19,593	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515	19,593	9,515
20,563	9,515	18,623	9,515	19,593	9,515	21,532	9,515
20,563	9,515	19,593	9,515	20,563	9,515	21,532	9,515
20,563	9,515	20,563	9,515	20,563	9,515	21,532	6,038

18,623	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		19,593	6,038		20,563	9,515		19,593	12,992
19,593	9,515		20,563	9,515		19,593	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		19,593	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	12,992		20,563	6,038		20,563	9,515
20,563	9,515		19,593	9,515		19,593	9,515		21,532	9,515
18,623	9,515		20,563	9,515		19,593	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	6,038		20,563	9,515
19,593	9,515		19,593	9,515		19,593	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	6,038
20,563	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		19,593	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		19,593	9,515		20,563	6,038
19,593	6,038		20,563	6,038		20,563	6,038		20,563	9,515
18,623	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	6,038		20,563	9,515
19,593	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
19,593	6,038		19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		19,593	6,038		21,532	9,515
19,593	9,515		19,593	12,992		21,532	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		19,593	6,038		19,593	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	6,038
19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		18,623	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	6,038
20,563	6,038		19,593	6,038		19,593	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		18,623	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	6,038
19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		19,593	9,515		21,532	6,038		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	6,038		20,563	6,038		21,532	6,038
19,593	6,038		19,593	6,038		20,563	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		22,502	9,515
20,563	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	6,038		20,563	9,515
19,593	9,515		19,593	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		19,593	6,038		19,593	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		19,593	9,515		21,532	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		19,593	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515

19,593	9,515		20,563	6,038		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		19,593	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
20,563	12,992		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	6,038
20,563	6,038		21,532	9,515		19,593	9,515		19,593	9,515
19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		19,593	6,038		20,563	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	6,038		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		21,532	6,038		20,563	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		19,593	9,515		19,593	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
19,593	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		20,563	6,038
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		19,593	9,515		21,532	9,515		20,563	6,038
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
21,532	9,515		20,563	6,038		20,563	6,038		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	6,038		20,563	6,038
19,593	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		19,593	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	6,038		21,532	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	6,038		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	6,038		20,563	6,038
19,593	6,038		20,563	6,038		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		19,593	6,038		20,563	9,515		20,563	6,038
20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515		21,532	9,515
19,593	6,038		21,532	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515
20,563	9,515		19,593	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515
19,593	6,038		21,532	6,038		20,563	9,515		21,532	6,038
20,563	9,515		21,532	9,515		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		21,532	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515
19,593	6,038		21,532	6,038		20,563	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		22,502	9,515		21,532	9,515
20,563	9,515		20,563	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515
19,593	6,038		21,532	6,038		20,563	9,515		21,532	9,515
21,532	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515		20,563	9,515

Tabel L2.5a Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 5 – BK 1

Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1
37,049	23,424	38,019	23,424	37,049	23,424	37,049	23,424
38,019	23,424	38,019	23,424	36,079	23,424	38,019	23,424
38,019	23,424	37,049	26,901	36,079	23,424	37,049	23,424



37,049	23,424		37,049	23,424		37,049	23,424		38,989	23,424
37,049	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		36,079	23,424		38,019	19,946		37,049	23,424
38,019	26,901		36,079	23,424		37,049	23,424		37,049	23,424
38,019	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		37,049	23,424		37,049	23,424		37,049	23,424
37,049	23,424		37,049	23,424		37,049	23,424		37,049	23,424
37,049	23,424		37,049	26,901		37,049	23,424		37,049	23,424
37,049	23,424		36,079	23,424		37,049	23,424		37,049	23,424
38,019	23,424		37,049	23,424		36,079	23,424		38,019	23,424
38,989	26,901		37,049	23,424		36,079	23,424		37,049	19,946
38,019	23,424		36,079	23,424		37,049	23,424		36,079	23,424
37,049	23,424		37,049	23,424		36,079	23,424		37,049	23,424
38,019	23,424		37,049	23,424		36,079	19,946		37,049	23,424
38,019	23,424		36,079	23,424		37,049	23,424		37,049	23,424
38,019	23,424		37,049	23,424		37,049	23,424		37,049	23,424
37,049	23,424		38,019	26,901		37,049	23,424		37,049	23,424
38,019	23,424		38,019	23,424		36,079	23,424		37,049	23,424

Tabel L2.5b Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 5 – BK 2

Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2
38,019	23,424	38,019	23,424	38,989	23,424	37,049	23,424
37,049	23,424	38,019	23,424	38,019	23,424	38,019	23,424
37,049	23,424	38,019	23,424	38,989	23,424	38,019	23,424
37,049	23,424	38,019	23,424	38,989	23,424	37,049	23,424
37,049	23,424	38,019	23,424	38,019	23,424	38,019	23,424
37,049	23,424	38,989	26,901	38,019	23,424	38,019	23,424
37,049	23,424	38,989	23,424	38,989	23,424	38,019	23,424
37,049	23,424	38,019	23,424	37,049	23,424	38,019	23,424
37,049	23,424	38,019	23,424	38,019	23,424	38,019	23,424
37,049	23,424	38,019	19,946	38,989	23,424	38,019	23,424
37,049	23,424	38,989	23,424	38,989	23,424	37,049	23,424
37,049	23,424	38,019	23,424	37,049	23,424	38,989	23,424
36,079	23,424	38,019	23,424	38,019	23,424	38,019	23,424
38,019	23,424	38,019	23,424	37,049	23,424	38,019	23,424
38,019	23,424	38,019	23,424	37,049	23,424	38,989	23,424
37,049	23,424	37,049	23,424	38,019	23,424	38,019	26,901
37,049	23,424	38,019	23,424	38,019	23,424	37,049	23,424
37,049	23,424	38,019	23,424	38,019	26,901	37,049	23,424
37,049	23,424	38,019	23,424	36,079	23,424	36,079	23,424
36,079	23,424	38,989	23,424	38,019	23,424	37,049	23,424
37,049	23,424	37,049	19,946	38,019	23,424	38,019	23,424

38,019	23,424		37,049	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424
37,049	19,946		37,049	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424
36,079	26,901		38,019	23,424		37,049	23,424		38,989	23,424
37,049	19,946		37,049	23,424		37,049	23,424		38,989	23,424
36,079	19,946		38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424
37,049	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
36,079	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424
37,049	19,946		37,049	23,424		38,019	23,424		38,989	19,946
38,019	23,424		38,019	23,424		37,049	23,424		38,989	23,424
37,049	19,946		38,019	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424
37,049	23,424		38,019	26,901		38,019	26,901		38,989	23,424
37,049	23,424		38,019	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		37,049	23,424		37,049	23,424		38,989	19,946
37,049	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424		38,019	19,946
37,049	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424
36,079	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424
36,079	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424
37,049	19,946		37,049	23,424		37,049	23,424		39,958	26,901
37,049	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
37,049	23,424		37,049	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
37,049	23,424		37,049	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424
37,049	23,424		38,019	26,901		38,019	23,424		38,989	26,901
37,049	19,946		38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424
37,049	23,424		37,049	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
37,049	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424
37,049	23,424		37,049	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424
38,989	26,901		38,019	23,424		39,958	26,901		38,989	23,424
38,989	23,424		37,049	23,424		38,989	23,424		38,019	26,901
38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	26,901
38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	26,901		38,019	23,424
38,019	23,424		38,019	23,424		38,989	26,901		38,989	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
38,989	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424		37,049	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		37,049	23,424
38,989	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424		37,049	23,424
38,019	19,946		38,989	23,424		38,019	23,424		37,049	23,424
38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		37,049	23,424
38,019	23,424		38,989	23,424		38,019	19,946		37,049	23,424

38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
37,049	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	26,901
38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		37,049	23,424
38,989	26,901		38,989	23,424		39,958	23,424		38,019	23,424
38,989	19,946		38,989	26,901		38,989	26,901		38,019	26,901
38,989	19,946		38,989	19,946		37,049	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		38,989	23,424		38,019	26,901		38,019	23,424
37,049	23,424		38,989	26,901		38,019	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		38,989	26,901		38,989	23,424		38,989	23,424
37,049	26,901		38,989	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424
38,019	23,424		38,989	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424
38,989	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	26,901		38,989	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424		39,958	26,901

Tabel L2.5c Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 5 – BK c

Fv3	Ff3		Fv3	Ff3		Fv3	Ff3		Fv3	Ff3
37,049	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
37,049	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
38,989	23,424		38,019	19,946		38,989	23,424		37,049	23,424
38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	19,946
38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	19,946		38,019	23,424
38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,989	23,424		38,019	23,424		38,019	26,901		38,019	23,424
38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424
38,019	23,424		38,989	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	19,946		38,989	23,424
38,019	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424
38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,989	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424		38,989	26,901
38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424		37,049	23,424
38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424		37,049	23,424
38,019	23,424		37,049	23,424		38,019	23,424		37,049	23,424



38,019	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		39,958	23,424		37,049	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
38,019	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424		37,049	23,424
38,019	23,424		39,958	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		39,958	23,424		38,989	26,901
38,989	23,424		38,019	23,424		39,958	26,901		38,019	23,424
38,019	23,424		39,958	23,424		39,958	23,424		38,989	23,424
38,989	26,901		39,958	23,424		38,989	26,901		38,019	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	26,901		38,019	23,424
39,958	23,424		38,989	23,424		38,989	26,901		38,019	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424		38,019	23,424
38,989	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,989	26,901
38,019	23,424		38,989	23,424		38,019	19,946		38,989	23,424
38,019	23,424		39,958	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424
38,019	23,424		39,958	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424
38,019	19,946		38,989	23,424		38,989	23,424		38,989	23,424
38,989	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424
38,989	23,424		38,989	23,424		37,049	23,424		38,989	23,424
38,019	23,424		38,019	23,424		38,019	23,424		38,989	23,424

Tabel L2.6a Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 6 – BK 1

Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1
24,442	23,424	26,381	19,946	26,381	23,424	27,351	23,424
24,442	23,424	25,412	19,946	25,412	19,946	26,381	23,424
23,472	19,946	26,381	19,946	27,351	23,424	26,381	23,424
23,472	19,946	26,381	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
24,442	23,424	26,381	23,424	26,381	19,946	28,321	23,424
24,442	19,946	26,381	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	26,381	19,946	26,381	23,424	27,351	23,424
24,442	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424	26,381	19,946
25,412	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	26,381	19,946	26,381	23,424	27,351	23,424
24,442	19,946	27,351	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424
24,442	19,946	25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	19,946
24,442	23,424	26,381	23,424	26,381	19,946	26,381	23,424
25,412	23,424	25,412	23,424	25,412	19,946	27,351	23,424
25,412	23,424	25,412	19,946	27,351	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	26,381	19,946	25,412	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	25,412	23,424	27,351	19,946	26,381	19,946
25,412	23,424	25,412	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	28,321	23,424	26,381	19,946



24,442	23,424		25,412	23,424		26,381	23,424		27,351	19,946
25,412	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	19,946
25,412	23,424		27,351	23,424		25,412	23,424		28,321	23,424
25,412	19,946		25,412	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
25,412	19,946		25,412	23,424		25,412	19,946		27,351	23,424
25,412	23,424		26,381	23,424		26,381	19,946		27,351	23,424
25,412	23,424		26,381	23,424		25,412	23,424		28,321	19,946
24,442	23,424		26,381	23,424		26,381	19,946		27,351	19,946
24,442	23,424		25,412	23,424		26,381	19,946		27,351	23,424
25,412	19,946		25,412	19,946		27,351	19,946		26,381	23,424
25,412	23,424		25,412	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		24,442	19,946		26,381	19,946		27,351	23,424
25,412	23,424		25,412	19,946		26,381	19,946		27,351	23,424
26,381	23,424		26,381	19,946		25,412	19,946		26,381	19,946
24,442	19,946		25,412	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
24,442	23,424		27,351	23,424		25,412	19,946		27,351	23,424
25,412	23,424		25,412	23,424		27,351	19,946		26,381	19,946
25,412	23,424		25,412	23,424		25,412	19,946		27,351	23,424
25,412	19,946		25,412	19,946		28,321	23,424		27,351	23,424
24,442	23,424		24,442	23,424		26,381	23,424		26,381	19,946
25,412	23,424		25,412	19,946		26,381	23,424		27,351	19,946
25,412	23,424		26,381	23,424		25,412	19,946		26,381	23,424
25,412	23,424		25,412	19,946		27,351	19,946		27,351	23,424
25,412	23,424		25,412	19,946		26,381	19,946		26,381	19,946
25,412	23,424		24,442	19,946		25,412	19,946		26,381	23,424
25,412	23,424		25,412	19,946		26,381	19,946		27,351	23,424
25,412	23,424		25,412	19,946		26,381	23,424		26,381	19,946
25,412	19,946		26,381	23,424		25,412	19,946		26,381	19,946
25,412	23,424		24,442	19,946		27,351	19,946		26,381	23,424
24,442	23,424		26,381	19,946		26,381	23,424		26,381	19,946
24,442	19,946		25,412	19,946		26,381	19,946		26,381	23,424
25,412	23,424		26,381	23,424		27,351	19,946		25,412	19,946
25,412	23,424		25,412	19,946		26,381	23,424		27,351	19,946
24,442	19,946		25,412	23,424		27,351	19,946		26,381	19,946
25,412	23,424		25,412	23,424		26,381	19,946		26,381	23,424
25,412	19,946		26,381	23,424		25,412	19,946		27,351	23,424
24,442	23,424		24,442	19,946		26,381	23,424		26,381	19,946
25,412	23,424		26,381	23,424		26,381	19,946		26,381	19,946
25,412	23,424		25,412	23,424		25,412	19,946		26,381	19,946
25,412	19,946		26,381	23,424		26,381	19,946		26,381	23,424
25,412	23,424		24,442	19,946		25,412	19,946		27,351	23,424
24,442	23,424		26,381	19,946		26,381	23,424		26,381	19,946
24,442	19,946		25,412	19,946		26,381	23,424		26,381	23,424
25,412	23,424		25,412	23,424		27,351	19,946		25,412	23,424
25,412	19,946		26,381	23,424		26,381	19,946		27,351	23,424
24,442	19,946		25,412	23,424		27,351	23,424		25,412	23,424
24,442	19,946		25,412	23,424		25,412	23,424		27,351	23,424
24,442	19,946		25,412	23,424		27,351	19,946		26,381	23,424



26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	25,412	19,946
27,351	23,424	26,381	23,424	27,351	19,946	27,351	23,424
25,412	19,946	27,351	23,424	27,351	23,424	25,412	19,946
26,381	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	25,412	19,946
26,381	23,424	26,381	19,946	27,351	23,424	25,412	19,946
25,412	19,946	27,351	23,424	26,381	23,424	25,412	23,424
26,381	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424	25,412	19,946
27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	19,946	25,412	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424	25,412	23,424
26,381	19,946	27,351	23,424	27,351	23,424	26,381	19,946
26,381	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424	25,412	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	26,381	19,946
25,412	23,424	27,351	23,424	28,321	23,424	26,381	23,424
26,381	23,424	25,412	23,424	27,351	19,946	26,381	19,946
26,381	23,424	26,381	23,424	26,381	19,946	26,381	23,424
26,381	23,424	25,412	23,424	27,351	23,424	25,412	23,424
26,381	23,424	26,381	19,946	26,381	19,946	26,381	19,946
25,412	23,424	26,381	19,946	27,351	23,424	25,412	19,946
25,412	23,424	26,381	19,946	26,381	19,946	25,412	19,946
27,351	23,424	25,412	19,946	27,351	19,946	25,412	19,946
26,381	19,946	26,381	23,424	26,381	23,424	26,381	19,946
26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	19,946
26,381	19,946	27,351	23,424	25,412	23,424	24,442	19,946
27,351	23,424	27,351	23,424	26,381	19,946	25,412	19,946

Tabel L2.6b Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 6 – BK 2

Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2
24,442	26,901	27,351	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424
24,442	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
24,442	23,424	27,351	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424
24,442	26,901	27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424	28,321	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
24,442	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	28,321	23,424
24,442	23,424	27,351	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424
24,442	19,946	26,381	23,424	26,381	23,424	28,321	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	28,321	23,424
25,412	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
24,442	23,424	26,381	23,424	28,321	26,901	27,351	23,424
24,442	23,424	26,381	26,901	27,351	23,424	28,321	23,424
24,442	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
26,381	23,424	26,381	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424

25,412	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424
24,442	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	28,321	23,424
24,442	23,424	26,381	23,424	28,321	23,424	26,381	23,424
26,381	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424
26,381	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
26,381	23,424	25,412	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424
26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
27,351	23,424	27,351	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424
25,412	19,946	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	26,901
25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	19,946	27,351	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424	28,321	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	26,901	27,351	23,424
26,381	23,424	27,351	26,901	26,381	23,424	28,321	23,424
25,412	23,424	25,412	23,424	28,321	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	25,412	23,424	27,351	23,424	28,321	23,424
26,381	23,424	26,381	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424
25,412	19,946	27,351	26,901	29,291	23,424	28,321	23,424
24,442	23,424	25,412	23,424	29,291	23,424	27,351	19,946
26,381	23,424	26,381	23,424	28,321	23,424	28,321	23,424
26,381	23,424	26,381	23,424	27,351	26,901	27,351	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	28,321	23,424	28,321	23,424
26,381	23,424	29,291	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
26,381	23,424	27,351	26,901	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	19,946	27,351	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424
24,442	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
24,442	23,424	26,381	26,901	26,381	23,424	27,351	23,424
25,412	19,946	27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
24,442	19,946	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
24,442	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
24,442	19,946	26,381	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
24,442	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424	28,321	19,946
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
26,381	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	19,946	27,351	23,424
25,412	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424	28,321	23,424



24,442	23,424		27,351	26,901		27,351	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		27,351	26,901		27,351	23,424		28,321	23,424
25,412	23,424		28,321	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
24,442	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		28,321	23,424
25,412	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
25,412	23,424		28,321	23,424		28,321	23,424		29,291	26,901
25,412	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424		28,321	23,424
25,412	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		25,412	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		27,351	23,424		27,351	26,901		27,351	23,424
25,412	23,424		25,412	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	19,946		26,381	23,424
25,412	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		29,291	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
24,442	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		26,381	19,946		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		26,381	23,424		28,321	23,424		26,381	23,424
26,381	23,424		26,381	26,901		27,351	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		26,381	23,424		27,351	19,946		27,351	23,424
27,351	23,424		26,381	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		26,381	23,424		28,321	23,424		26,381	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		26,381	23,424		28,321	23,424		26,381	23,424
26,381	23,424		26,381	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	26,901		26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		27,351	19,946		29,291	23,424		28,321	23,424
27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
28,321	23,424		27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		25,412	23,424
26,381	23,424		26,381	23,424		29,291	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		26,381	23,424		28,321	26,901		26,381	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
26,381	23,424		26,381	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
26,381	19,946		27,351	23,424		28,321	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424

27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
28,321	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		26,381	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424
28,321	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	19,946
28,321	23,424		28,321	23,424		28,321	26,901		27,351	23,424
27,351	23,424		29,291	23,424		27,351	23,424		26,381	19,946
27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		28,321	19,946		26,381	23,424
25,412	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		28,321	23,424		28,321	23,424		26,381	23,424
26,381	23,424		29,291	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424		26,381	19,946
27,351	23,424		27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424		26,381	19,946
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		29,291	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
28,321	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		28,321	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		29,291	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
28,321	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		28,321	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		28,321	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		29,291	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		28,321	23,424		28,321	26,901		27,351	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		26,381	19,946
27,351	23,424		28,321	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		26,381	19,946
27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424		26,381	19,946
27,351	23,424		27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	19,946
27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		26,381	23,424		28,321	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		29,291	23,424
28,321	23,424		27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		29,291	23,424

Tabel L2.6c Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 6 – BK 3

Fv3	Ff3	Fv3	Ff3	Fv3	Ff3	Fv3	Ff3
25,412	19,946	25,412	19,946	26,381	23,424	27,351	23,424
25,412	19,946	25,412	19,946	27,351	23,424	25,412	23,424
25,412	19,946	26,381	19,946	26,381	19,946	27,351	23,424
25,412	23,424	25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	19,946	26,381	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	24,442	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	25,412	19,946	27,351	23,424	26,381	23,424

26,381	19,946		25,412	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
26,381	19,946		27,351	19,946		27,351	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		25,412	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
26,381	19,946		26,381	19,946		28,321	23,424		26,381	23,424
26,381	23,424		25,412	19,946		27,351	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	19,946
26,381	19,946		27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
25,412	19,946		26,381	19,946		27,351	23,424		26,381	19,946
25,412	19,946		26,381	19,946		27,351	23,424		27,351	23,424
25,412	19,946		26,381	23,424		26,381	19,946		26,381	23,424
26,381	19,946		26,381	19,946		27,351	19,946		26,381	23,424
27,351	19,946		26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
24,442	19,946		26,381	23,424		29,291	23,424		26,381	23,424
26,381	19,946		26,381	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
27,351	23,424		25,412	19,946		27,351	23,424		26,381	19,946
25,412	23,424		26,381	23,424		25,412	23,424		27,351	23,424
26,381	19,946		26,381	19,946		26,381	23,424		27,351	23,424
25,412	19,946		26,381	19,946		24,442	23,424		26,381	23,424
26,381	19,946		25,412	19,946		25,412	19,946		27,351	23,424
26,381	23,424		26,381	23,424		25,412	23,424		26,381	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		26,381	19,946		27,351	19,946		27,351	23,424
26,381	19,946		27,351	23,424		25,412	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		26,381	23,424		26,381	19,946		27,351	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
26,381	19,946		27,351	23,424		25,412	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		26,381	23,424		26,381	19,946		27,351	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
26,381	19,946		27,351	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		26,381	23,424		26,381	19,946		27,351	23,424
25,412	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		26,381	23,424		25,412	19,946		27,351	23,424
26,381	19,946		27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
25,412	19,946		26,381	23,424		26,381	19,946		26,381	23,424
26,381	19,946		27,351	23,424		26,381	19,946		27,351	23,424
25,412	23,424		28,321	19,946		26,381	23,424		28,321	23,424
25,412	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		26,381	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		27,351	23,424		25,412	19,946		25,412	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		27,351	23,424		26,381	19,946		26,381	23,424
26,381	23,424		28,321	23,424		25,412	19,946		26,381	23,424
27,351	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		26,381	23,424
26,381	23,424		28,321	23,424		25,412	19,946		26,381	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		26,381	23,424		26,381	23,424
27,351	23,424		28,321	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424

26,381	19,946	28,321	23,424	26,381	19,946	26,381	23,424
26,381	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
26,381	19,946	28,321	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424	26,381	19,946
26,381	23,424	29,291	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
26,381	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	26,381	19,946
26,381	23,424	29,291	23,424	26,381	23,424	27,351	23,424
25,412	19,946	28,321	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
25,412	19,946	29,291	23,424	26,381	23,424	26,381	23,424
26,381	19,946	28,321	23,424	28,321	19,946	26,381	23,424
26,381	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
27,351	19,946	27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
26,381	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424	26,381	19,946
25,412	19,946	27,351	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
26,381	23,424	27,351	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424
25,412	19,946	28,321	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
25,412	19,946	28,321	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424	26,381	23,424
26,381	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	19,946	27,351	23,424	28,321	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	19,946	28,321	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	29,291	26,901	27,351	23,424
25,412	19,946	28,321	23,424	28,321	23,424	26,381	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
26,381	23,424	28,321	23,424	28,321	23,424	26,381	23,424
25,412	19,946	27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	28,321	23,424	29,291	26,901	26,381	23,424
25,412	19,946	27,351	23,424	28,321	23,424	25,412	19,946
25,412	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424	25,412	23,424
26,381	23,424	27,351	23,424	28,321	23,424	26,381	19,946
27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	28,321	23,424	28,321	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	25,412	23,424
26,381	23,424	28,321	23,424	26,381	19,946	26,381	23,424
27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424	27,351	23,424
25,412	23,424	28,321	23,424	28,321	23,424	25,412	23,424
25,412	23,424	27,351	23,424	27,351	26,901	25,412	23,424
26,381	23,424	28,321	23,424	28,321	23,424	26,381	23,424



26,381	19,946		27,351	23,424		26,381	23,424		26,381	23,424
25,412	23,424		26,381	19,946		27,351	23,424		27,351	23,424
26,381	23,424		27,351	23,424		27,351	23,424		26,381	19,946
27,351	23,424		26,381	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424
25,412	23,424		26,381	23,424		28,321	23,424		26,381	23,424
26,381	23,424		26,381	23,424		26,381	23,424		27,351	23,424

Tabel L2.7a Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 7 – BK 1

Fv1	Ff1		Fv1	Ff1		Fv1	Ff1		Fv1	Ff1
24,442	12,992		25,412	9,515		26,381	12,992		25,412	9,515
24,442	12,992		26,381	12,992		25,412	12,992		26,381	9,515
25,412	12,992		25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515
25,412	12,992		24,442	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515
25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	12,992		26,381	9,515
25,412	12,992		25,412	9,515		25,412	12,992		26,381	12,992
25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	12,992
24,442	9,515		26,381	12,992		25,412	9,515		25,412	12,992
24,442	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515		26,381	12,992
25,412	12,992		25,412	12,992		25,412	12,992		26,381	12,992
25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	9,515
24,442	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515		25,412	9,515
25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	9,515
24,442	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515		25,412	12,992
25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515
25,412	12,992		25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515
25,412	9,515		26,381	12,992		25,412	12,992		25,412	9,515
25,412	9,515		25,412	12,992		26,381	12,992		25,412	9,515
24,442	9,515		25,412	9,515		24,442	9,515		26,381	9,515
25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	12,992
25,412	12,992		25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515
25,412	9,515		26,381	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515
25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	12,992		25,412	12,992
25,412	12,992		25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	12,992
25,412	12,992		25,412	12,992		25,412	9,515		27,351	12,992
26,381	12,992		24,442	9,515		26,381	9,515		26,381	12,992
25,412	12,992		25,412	9,515		25,412	9,515		27,351	12,992
25,412	12,992		25,412	9,515		26,381	12,992		26,381	12,992
25,412	9,515		26,381	9,515		25,412	9,515		26,381	9,515
26,381	9,515		26,381	12,992		27,351	9,515		26,381	9,515

26,381	12,992	26,381	12,992	25,412	9,515	26,381	9,515
25,412	12,992	26,381	9,515	25,412	9,515	26,381	12,992
25,412	9,515	25,412	12,992	27,351	12,992	25,412	9,515
26,381	12,992	26,381	9,515	26,381	12,992	26,381	9,515
25,412	12,992	26,381	12,992	26,381	12,992	26,381	9,515
26,381	9,515	27,351	12,992	26,381	9,515	26,381	12,992
25,412	9,515	26,381	12,992	26,381	12,992	25,412	12,992
25,412	12,992	25,412	12,992	26,381	9,515	25,412	12,992
26,381	9,515	26,381	12,992	26,381	12,992	26,381	9,515
26,381	12,992	26,381	9,515	26,381	12,992	25,412	9,515
26,381	9,515	26,381	12,992	25,412	9,515	25,412	12,992
25,412	9,515	26,381	9,515	26,381	12,992	26,381	9,515
26,381	12,992	25,412	9,515	25,412	12,992	25,412	9,515
26,381	9,515	26,381	12,992	26,381	12,992	26,381	12,992
25,412	12,992	25,412	12,992	26,381	9,515	25,412	12,992
26,381	9,515	27,351	12,992	25,412	9,515	25,412	12,992
25,412	9,515	26,381	9,515	26,381	12,992	26,381	9,515
26,381	12,992	25,412	9,515	25,412	12,992	25,412	9,515
25,412	12,992	27,351	12,992	26,381	12,992	26,381	12,992
26,381	12,992	26,381	9,515	26,381	9,515	26,381	12,992
26,381	9,515	26,381	12,992	25,412	9,515	25,412	9,515
25,412	9,515	27,351	9,515	25,412	9,515	24,442	9,515
26,381	9,515	27,351	9,515	26,381	9,515	25,412	9,515
25,412	9,515	27,351	12,992	26,381	9,515	25,412	9,515
26,381	9,515	26,381	12,992	25,412	12,992	25,412	9,515
27,351	12,992	25,412	12,992	26,381	12,992	25,412	12,992
25,412	9,515	26,381	9,515	26,381	12,992	26,381	9,515
25,412	12,992	27,351	9,515	25,412	9,515	25,412	12,992
25,412	9,515	26,381	12,992	25,412	9,515	26,381	12,992
25,412	12,992	25,412	9,515	26,381	12,992	26,381	9,515
25,412	12,992	25,412	9,515	25,412	9,515	26,381	12,992
26,381	12,992	26,381	9,515	26,381	12,992	26,381	9,515
26,381	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515	26,381	12,992

Tabel L2.7b Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 7 – BK 2

Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2
25,412	9,515	25,412	12,992	25,412	9,515	25,412	9,515
25,412	12,992	25,412	9,515	25,412	9,515	25,412	12,992
24,442	9,515	25,412	12,992	25,412	9,515	25,412	9,515
24,442	9,515	24,442	9,515	26,381	12,992	26,381	12,992
25,412	9,515	25,412	12,992	25,412	12,992	25,412	12,992
25,412	9,515	26,381	12,992	25,412	12,992	25,412	12,992
25,412	9,515	26,381	12,992	25,412	12,992	25,412	12,992
25,412	12,992	25,412	9,515	25,412	12,992	26,381	16,469
25,412	9,515	24,442	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515
24,442	12,992	24,442	12,992	24,442	12,992	25,412	12,992
24,442	9,515	25,412	12,992	25,412	12,992	25,412	9,515

25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	12,992		26,381	9,515
25,412	9,515		25,412	12,992		26,381	12,992		24,442	9,515
25,412	9,515		24,442	12,992		24,442	12,992		25,412	12,992
25,412	9,515		25,412	12,992		24,442	9,515		26,381	12,992
25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515		24,442	9,515
24,442	9,515		25,412	9,515		26,381	12,992		26,381	12,992
24,442	12,992		25,412	12,992		26,381	9,515		25,412	12,992
25,412	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515		27,351	12,992
24,442	9,515		25,412	12,992		25,412	12,992		26,381	9,515
25,412	12,992		25,412	12,992		26,381	12,992		26,381	9,515
25,412	12,992		25,412	9,515		24,442	9,515		27,351	12,992
25,412	9,515		24,442	9,515		25,412	9,515		26,381	12,992
25,412	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515		26,381	12,992
26,381	12,992		25,412	9,515		26,381	9,515		26,381	9,515
26,381	9,515		26,381	12,992		25,412	12,992		26,381	12,992
25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	12,992
26,381	9,515		24,442	12,992		26,381	12,992		26,381	12,992
26,381	12,992		26,381	9,515		26,381	12,992		26,381	9,515
25,412	12,992		26,381	12,992		27,351	9,515		26,381	9,515
26,381	16,469		25,412	9,515		25,412	12,992		26,381	12,992
26,381	9,515		25,412	9,515		27,351	9,515		26,381	12,992
25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515
25,412	12,992		25,412	9,515		26,381	9,515		26,381	9,515
25,412	12,992		26,381	12,992		26,381	12,992		25,412	12,992
26,381	9,515		25,412	9,515		26,381	12,992		26,381	12,992
26,381	12,992		25,412	12,992		25,412	12,992		25,412	9,515
25,412	12,992		25,412	9,515		27,351	9,515		26,381	12,992
25,412	12,992		26,381	12,992		25,412	12,992		25,412	9,515
26,381	12,992		25,412	12,992		26,381	9,515		26,381	12,992
27,351	12,992		26,381	12,992		26,381	12,992		25,412	12,992
26,381	12,992		25,412	12,992		25,412	12,992		26,381	12,992
25,412	12,992		26,381	12,992		26,381	9,515		25,412	12,992
26,381	12,992		26,381	9,515		26,381	9,515		27,351	12,992
25,412	9,515		26,381	12,992		26,381	12,992		26,381	12,992
26,381	12,992		25,412	12,992		25,412	12,992		25,412	12,992
25,412	12,992		25,412	9,515		26,381	9,515		25,412	9,515
26,381	12,992		26,381	12,992		26,381	9,515		26,381	9,515
25,412	9,515		26,381	12,992		25,412	12,992		25,412	12,992
26,381	12,992		25,412	9,515		27,351	12,992		26,381	9,515
26,381	12,992		26,381	12,992		26,381	9,515		25,412	12,992
26,381	12,992		26,381	12,992		25,412	9,515		25,412	9,515
25,412	12,992		26,381	9,515		26,381	12,992		26,381	12,992
26,381	12,992		26,381	12,992		27,351	12,992		25,412	9,515
25,412	12,992		26,381	12,992		26,381	12,992		25,412	9,515
26,381	12,992		25,412	12,992		25,412	12,992		26,381	12,992
26,381	9,515		27,351	12,992		26,381	12,992		25,412	9,515
25,412	12,992		26,381	9,515		25,412	12,992		25,412	12,992

25,412	12,992		26,381	12,992		26,381	12,992		26,381	9,515
25,412	12,992		26,381	12,992		25,412	9,515		25,412	12,992
26,381	12,992		26,381	9,515		25,412	12,992		26,381	12,992
25,412	12,992		27,351	12,992		25,412	9,515		26,381	9,515
25,412	9,515		26,381	12,992		26,381	12,992		26,381	12,992
24,442	12,992		25,412	12,992		25,412	12,992		26,381	9,515
25,412	9,515		25,412	12,992		25,412	12,992		27,351	12,992
25,412	12,992		25,412	12,992		26,381	12,992		26,381	9,515

Tabel L2.7c Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 7 – BK 3

Fv3	Ff3	Fv3	Ff3	Fv3	Ff3	Fv3	Ff3
25,412	12,992	25,412	9,515	25,412	9,515	24,442	9,515
25,412	9,515	25,412	9,515	26,381	9,515	26,381	9,515
25,412	12,992	25,412	9,515	26,381	12,992	25,412	9,515
25,412	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515	25,412	12,992
25,412	9,515	24,442	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515
24,442	12,992	25,412	9,515	25,412	9,515	26,381	12,992
24,442	9,515	25,412	9,515	25,412	12,992	25,412	9,515
25,412	9,515	26,381	12,992	25,412	9,515	25,412	12,992
25,412	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515
25,412	12,992	24,442	12,992	25,412	9,515	26,381	9,515
25,412	9,515	25,412	12,992	25,412	12,992	25,412	12,992
24,442	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515	24,442	9,515
25,412	9,515	25,412	9,515	24,442	9,515	25,412	12,992
25,412	12,992	25,412	9,515	25,412	9,515	25,412	12,992
25,412	12,992	24,442	12,992	25,412	12,992	25,412	12,992
25,412	9,515	25,412	12,992	25,412	9,515	26,381	12,992
24,442	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515
25,412	12,992	26,381	12,992	26,381	9,515	26,381	9,515
25,412	12,992	26,381	12,992	24,442	9,515	26,381	12,992
25,412	12,992	24,442	9,515	26,381	9,515	25,412	9,515
25,412	12,992	25,412	12,992	25,412	12,992	26,381	9,515
26,381	9,515	25,412	9,515	24,442	9,515	27,351	12,992
25,412	9,515	25,412	12,992	24,442	12,992	25,412	12,992
24,442	9,515	25,412	6,038	26,381	12,992	25,412	9,515
25,412	9,515	25,412	9,515	26,381	9,515	26,381	9,515
24,442	9,515	25,412	9,515	24,442	9,515	25,412	9,515
25,412	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515
26,381	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515	26,381	12,992
25,412	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515	26,381	9,515
25,412	9,515	24,442	9,515	25,412	9,515	25,412	9,515
26,381	9,515	24,442	9,515	26,381	9,515	25,412	9,515
25,412	12,992	25,412	9,515	27,351	12,992	25,412	9,515

25,412	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515		26,381	9,515
25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515
25,412	12,992		25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	9,515
26,381	12,992		26,381	9,515		26,381	9,515		25,412	9,515
26,381	9,515		25,412	9,515		26,381	9,515		25,412	9,515
26,381	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515		25,412	12,992
25,412	12,992		25,412	12,992		26,381	12,992		26,381	9,515
25,412	9,515		26,381	9,515		26,381	12,992		25,412	9,515
25,412	12,992		25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	9,515
26,381	12,992		25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515
25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	9,515		25,412	12,992
25,412	12,992		26,381	9,515		26,381	9,515		24,442	9,515
25,412	9,515		27,351	9,515		26,381	9,515		25,412	9,515
26,381	12,992		25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	12,992
26,381	12,992		24,442	9,515		26,381	12,992		25,412	9,515
26,381	9,515		25,412	9,515		26,381	9,515		24,442	9,515
25,412	9,515		26,381	9,515		25,412	9,515		26,381	9,515
25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	12,992		24,442	9,515
25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	9,515		25,412	9,515
25,412	9,515		26,381	9,515		25,412	9,515		26,381	9,515
25,412	12,992		25,412	9,515		26,381	12,992		24,442	9,515
25,412	9,515		27,351	12,992		26,381	9,515		25,412	9,515
25,412	12,992		26,381	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515
26,381	12,992		25,412	9,515		26,381	9,515		25,412	9,515
25,412	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515		26,381	9,515
26,381	9,515		26,381	12,992		25,412	12,992		25,412	9,515
25,412	9,515		26,381	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515
24,442	9,515		25,412	12,992		25,412	9,515		26,381	9,515
25,412	9,515		24,442	9,515		24,442	9,515		25,412	9,515
25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515		26,381	9,515
26,381	12,992		26,381	9,515		24,442	9,515		25,412	9,515
26,381	12,992		25,412	9,515		25,412	9,515		25,412	9,515

Tabel L2.8a Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 8 – BK 1

Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1
19,593	16,469	18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
19,593	12,992	18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
17,653	9,515	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	20,563	12,992
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992



19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992
18,623	12,992		19,593	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992
19,593	12,992		20,563	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992
18,623	12,992		20,563	12,992		19,593	12,992		20,563	12,992
19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992
19,593	9,515		19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992

Tabel L2.8b Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 8 – BK 2

Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2
17,653	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
16,683	12,992	18,623	9,515	19,593	12,992	18,623	12,992
16,683	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
17,653	12,992	19,593	12,992	18,623	12,992	19,593	9,515
16,683	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
17,653	12,992	18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	9,515
17,653	12,992	18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
17,653	12,992	18,623	12,992	20,563	12,992	18,623	12,992
18,623	12,992	19,593	12,992	18,623	12,992	19,593	12,992
17,653	12,992	18,623	12,992	20,563	12,992	18,623	9,515
18,623	12,992	19,593	12,992	18,623	9,515	19,593	12,992
18,623	12,992	18,623	9,515	19,593	12,992	19,593	12,992
19,593	12,992	19,593	12,992	18,623	12,992	19,593	12,992
17,653	12,992	18,623	9,515	19,593	12,992	19,593	9,515
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	9,515
17,653	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	9,515
17,653	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	18,623	12,992
17,653	12,992	19,593	12,992	20,563	12,992	18,623	12,992
18,623	12,992	17,653	12,992	19,593	12,992	18,623	12,992
17,653	12,992	19,593	16,469	19,593	12,992	18,623	12,992
18,623	12,992	18,623	12,992	17,653	9,515	18,623	9,515
18,623	12,992	18,623	12,992	19,593	9,515	19,593	9,515
17,653	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	18,623	9,515
18,623	12,992	18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
19,593	12,992	18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
18,623	12,992	18,623	9,515	19,593	9,515	17,653	9,515
19,593	12,992	19,593	12,992	20,563	12,992	18,623	9,515
19,593	12,992	18,623	12,992	18,623	12,992	19,593	12,992
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	9,515	19,593	12,992
18,623	12,992	18,623	12,992	18,623	12,992	18,623	9,515
17,653	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
18,623	12,992	18,623	12,992	19,593	12,992	18,623	12,992
19,593	12,992	19,593	12,992	20,563	12,992	19,593	12,992
19,593	12,992	18,623	12,992	18,623	12,992	19,593	12,992
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	9,515	19,593	12,992
18,623	12,992	18,623	12,992	18,623	12,992	17,653	9,515
17,653	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	18,623	9,515
18,623	12,992	18,623	9,515	19,593	9,515	19,593	12,992
19,593	12,992	19,593	12,992	20,563	12,992	17,653	9,515
19,593	12,992	18,623	12,992	18,623	12,992	18,623	9,515
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
18,623	12,992	18,623	12,992	19,593	9,515	19,593	12,992
17,653	12,992	19,593	12,992	18,623	12,992	18,623	9,515
18,623	12,992	18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	18,623	12,992
17,653	12,992	18,623	12,992	18,623	12,992	17,653	9,515
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992
18,623	12,992	18,623	12,992	19,593	12,992	18,623	12,992





18,623	9,515		18,623	12,992		19,593	12,992		18,623	12,992
18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		17,653	12,992
18,623	12,992		18,623	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992
18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992
19,593	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992		18,623	12,992
18,623	12,992		19,593	9,515		20,563	12,992		18,623	12,992
19,593	12,992		19,593	12,992		20,563	9,515		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	9,515		20,563	12,992		18,623	12,992
20,563	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		17,653	9,515
19,593	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992		18,623	12,992
19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		20,563	9,515
19,593	12,992		18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	12,992
19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515		18,623	9,515
18,623	12,992		18,623	9,515		19,593	9,515		19,593	9,515
18,623	12,992		20,563	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992
19,593	12,992		19,593	9,515		18,623	12,992		19,593	12,992

Tabel L2.8c Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 8 – BK 3

Fv3	Ff3		Fv3	Ff3		Fv3	Ff3		Fv3	Ff3
15,714	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		20,563	12,992
15,714	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515
15,714	12,992		18,623	12,992		20,563	9,515		19,593	9,515
14,744	12,992		18,623	12,992		20,563	12,992		20,563	12,992
15,714	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515
16,683	9,515		18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992
15,714	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515
15,714	12,992		18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515
16,683	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515
16,683	9,515		20,563	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515
16,683	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515		18,623	9,515
16,683	9,515		20,563	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515
16,683	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515
16,683	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515
17,653	12,992		18,623	9,515		19,593	9,515		19,593	9,515
16,683	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992
17,653	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992
18,623	12,992		19,593	9,515		18,623	9,515		19,593	12,992
17,653	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	12,992		18,623	9,515		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515
17,653	12,992		19,593	9,515		20,563	12,992		18,623	9,515
17,653	9,515		20,563	16,469		20,563	12,992		20,563	12,992
17,653	9,515		19,593	9,515		19,593	9,515		19,593	12,992

17,653	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992
17,653	12,992		18,623	9,515		18,623	9,515		19,593	9,515
17,653	12,992		19,593	12,992		18,623	9,515		19,593	9,515
17,653	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515		18,623	9,515
17,653	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992		20,563	9,515
18,623	9,515		19,593	9,515		19,593	12,992		20,563	9,515
18,623	12,992		18,623	9,515		19,593	9,515		18,623	12,992
18,623	12,992		18,623	9,515		20,563	12,992		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992		20,563	9,515
19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992		18,623	12,992
18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	12,992		18,623	12,992		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515		18,623	9,515
17,653	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		20,563	12,992
18,623	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515		19,593	9,515
18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	12,992		18,623	9,515
18,623	6,038		18,623	9,515		18,623	12,992		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		18,623	9,515
17,653	9,515		19,593	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515
19,593	12,992		19,593	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992
18,623	9,515		19,593	9,515		18,623	12,992		19,593	9,515
19,593	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992
19,593	12,992		18,623	9,515		19,593	9,515		20,563	12,992
18,623	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515
18,623	9,515		19,593	12,992		18,623	9,515		19,593	9,515
19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992		19,593	12,992
18,623	12,992		19,593	12,992		18,623	12,992		19,593	9,515
18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992
19,593	12,992		18,623	9,515		18,623	9,515		20,563	12,992
17,653	12,992		18,623	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992
18,623	12,992		19,593	12,992		18,623	12,992		19,593	9,515
18,623	9,515		19,593	9,515		18,623	9,515		19,593	9,515
19,593	12,992		19,593	12,992		18,623	9,515		19,593	12,992
18,623	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515
18,623	9,515		19,593	12,992		18,623	9,515		20,563	12,992
19,593	12,992		18,623	9,515		18,623	12,992		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992
18,623	9,515		19,593	9,515		18,623	12,992		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515		20,563	9,515
18,623	12,992		18,623	9,515		18,623	9,515		19,593	12,992
18,623	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515
18,623	9,515		18,623	9,515		18,623	12,992		19,593	9,515
19,593	12,992		18,623	12,992		18,623	9,515		20,563	12,992
18,623	12,992		19,593	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992
19,593	9,515		18,623	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992
18,623	12,992		18,623	9,515		19,593	12,992		20,563	9,515
18,623	12,992		18,623	9,515		20,563	12,992		19,593	9,515
18,623	12,992		20,563	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992

18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		20,563	12,992
19,593	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992
18,623	9,515		18,623	9,515		19,593	9,515		19,593	12,992
18,623	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515
19,593	9,515		19,593	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515
19,593	12,992		18,623	9,515		19,593	9,515		19,593	12,992
19,593	12,992		19,593	9,515		18,623	9,515		19,593	9,515
19,593	9,515		19,593	12,992		18,623	9,515		20,563	12,992
19,593	12,992		18,623	9,515		18,623	9,515		18,623	9,515
19,593	9,515		19,593	9,515		19,593	9,515		18,623	9,515
18,623	9,515		18,623	9,515		18,623	12,992		18,623	12,992
17,653	9,515		18,623	12,992		18,623	12,992		18,623	9,515
17,653	9,515		18,623	9,515		20,563	12,992		18,623	9,515
19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515		19,593	12,992
17,653	9,515		18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515
19,593	12,992		18,623	9,515		18,623	9,515		18,623	9,515
18,623	12,992		18,623	12,992		19,593	9,515		18,623	9,515
18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992
19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515		18,623	9,515
18,623	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992
19,593	12,992		19,593	9,515		20,563	12,992		19,593	12,992
18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992
19,593	12,992		18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515
19,593	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515		18,623	9,515
18,623	12,992		18,623	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992		18,623	9,515
19,593	12,992		18,623	9,515		20,563	12,992		19,593	12,992
18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	12,992
19,593	12,992		18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515
19,593	9,515		19,593	9,515		20,563	9,515		18,623	9,515
18,623	12,992		18,623	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	9,515		20,563	9,515		18,623	12,992
19,593	12,992		18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	12,992
18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515
19,593	12,992		18,623	9,515		19,593	9,515		20,563	12,992
19,593	9,515		19,593	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515
20,563	12,992		18,623	12,992		20,563	12,992		19,593	9,515
18,623	12,992		18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515
18,623	12,992		19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	9,515
19,593	12,992		18,623	9,515		19,593	12,992		18,623	12,992
18,623	9,515		19,593	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515
19,593	12,992		19,593	9,515		19,593	12,992		19,593	9,515
18,623	9,515		19,593	12,992		19,593	12,992		20,563	9,515
19,593	9,515		19,593	9,515		20,563	12,992		18,623	9,515

19,593	9,515	19,593	9,515	20,563	12,992	18,623	12,992
18,623	12,992	19,593	9,515	19,593	9,515	18,623	9,515
19,593	12,992	18,623	9,515	19,593	9,515	17,653	12,992
19,593	12,992	18,623	9,515	20,563	12,992	18,623	9,515
19,593	12,992	19,593	12,992	18,623	12,992	19,593	9,515
19,593	12,992	19,593	9,515	19,593	12,992	18,623	12,992
19,593	9,515	19,593	12,992	20,563	9,515	17,653	12,992
19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	9,515	18,623	9,515
18,623	9,515	18,623	9,515	20,563	12,992	19,593	9,515
18,623	9,515	18,623	9,515	19,593	16,469	17,653	9,515
19,593	12,992	18,623	9,515	19,593	9,515	18,623	9,515
19,593	12,992	19,593	9,515	20,563	9,515	19,593	12,992
19,593	12,992	19,593	9,515	19,593	12,992	18,623	9,515
19,593	12,992	20,563	12,992	19,593	12,992	17,653	9,515
19,593	12,992	19,593	12,992	20,563	12,992	18,623	12,992
20,563	12,992	19,593	9,515	19,593	9,515	18,623	12,992
19,593	9,515	18,623	12,992	19,593	12,992	18,623	9,515
19,593	9,515	19,593	12,992	19,593	9,515	18,623	9,515
18,623	9,515	19,593	9,515	18,623	9,515	17,653	9,515
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	9,515	19,593	12,992
19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	18,623	12,992
18,623	12,992	19,593	12,992	20,563	12,992	17,653	9,515
19,593	9,515	19,593	9,515	20,563	12,992	18,623	9,515
18,623	9,515	19,593	9,515	19,593	9,515	19,593	12,992
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	18,623	12,992
19,593	12,992	19,593	12,992	20,563	12,992	17,653	9,515
19,593	9,515	19,593	12,992	19,593	12,992	18,623	9,515
18,623	9,515	19,593	9,515	19,593	9,515	19,593	9,515
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	17,653	9,515
19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	9,515	18,623	9,515
19,593	9,515	19,593	12,992	19,593	12,992	17,653	9,515
18,623	12,992	19,593	12,992	19,593	9,515	18,623	12,992
19,593	12,992	19,593	12,992	19,593	12,992	17,653	9,515
19,593	9,515	19,593	12,992	19,593	12,992	18,623	9,515
20,563	12,992	18,623	9,515	19,593	12,992	18,623	12,992

Tabel L2.9a Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 9 – BK 1

Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1	Fv1	Ff1
38,989	33,855	39,958	30,378	40,928	33,855	38,989	30,378
38,989	30,378	39,958	33,855	39,958	33,855	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	33,855	39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	33,855	39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	33,855	39,958	30,378	39,958	33,855	38,989	30,378
38,989	33,855	39,958	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	39,958	33,855	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	39,958	33,855	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	33,855	40,928	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
38,989	33,855	40,928	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378



39,958	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
40,928	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
39,958	30,378	38,989	30,378	40,928	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378	38,019	30,378
39,958	33,855	39,958	33,855	39,958	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	39,958	33,855	38,989	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	38,019	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	33,855	39,958	30,378
39,958	33,855	39,958	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
39,958	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	38,989	33,855
40,928	33,855	39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
40,928	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378
40,928	33,855	39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
39,958	33,855	38,989	30,378	40,928	33,855	38,989	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	40,928	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
39,958	33,855	39,958	30,378	38,989	33,855	38,989	30,378
39,958	30,378	39,958	33,855	38,989	30,378	38,989	30,378
39,958	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
39,958	33,855	38,989	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	40,928	33,855	38,989	30,378
38,989	30,378	39,958	30,378	40,928	30,378	38,989	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378
39,958	33,855	38,989	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378

Tabel L2.9b Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 9 – BK 2

Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2	Fv2	Ff2
38,019	30,378	38,019	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378
38,019	26,901	38,019	30,378	38,019	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378	38,019	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378	38,019	30,378
38,019	26,901	38,989	30,378	39,958	30,378	38,019	26,901
37,049	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,019	26,901	38,989	30,378	38,019	30,378	38,019	30,378
38,019	30,378	38,019	30,378	38,989	30,378	38,019	30,378
38,019	30,378	38,019	30,378	38,989	30,378	38,019	30,378
38,019	30,378	38,019	26,901	38,989	30,378	38,019	30,378
38,019	30,378	38,019	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,019	30,378

39,958	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378		38,019	26,901
38,019	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378		38,019	30,378
38,019	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378
38,019	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378
37,049	30,378		39,958	30,378		38,989	26,901		38,989	30,378
38,019	30,378		38,019	30,378		38,019	30,378		38,019	30,378
38,989	30,378		38,989	30,378		38,019	26,901		38,989	30,378
38,989	30,378		38,019	30,378		38,019	30,378		38,989	30,378
38,989	30,378		38,019	26,901		38,019	30,378		38,019	30,378
38,989	30,378		38,019	33,855		38,019	30,378		37,049	30,378
38,019	30,378		37,049	30,378		38,019	26,901		38,019	30,378
37,049	30,378		38,019	30,378		38,019	30,378		38,019	26,901
38,019	30,378		38,989	30,378		38,019	26,901		38,019	30,378
38,019	30,378		38,019	30,378		38,989	26,901		38,989	30,378
38,019	30,378		38,019	30,378		38,989	30,378		38,019	30,378
38,989	30,378		38,019	30,378		38,019	26,901		39,958	30,378
38,019	30,378		38,019	30,378		38,019	30,378		39,958	30,378
38,019	30,378		38,019	30,378		38,019	30,378		39,958	30,378
38,019	30,378		38,989	30,378		38,019	26,901		38,989	30,378
38,019	30,378		38,019	30,378		39,958	30,378		39,958	30,378
38,019	26,901		37,049	30,378		38,989	30,378		39,958	30,378
38,019	30,378		37,049	30,378		38,019	30,378		39,958	30,378
38,989	30,378		37,049	30,378		38,019	30,378		38,989	30,378
38,019	30,378		38,019	26,901		38,989	30,378		38,989	30,378
38,019	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378		39,958	30,378
38,019	30,378		38,019	30,378		38,019	30,378		39,958	30,378
38,019	30,378		38,019	30,378		37,049	30,378		38,989	30,378
38,989	30,378		38,019	30,378		38,019	30,378		38,989	30,378
38,989	30,378		38,019	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378
38,989	30,378		38,019	30,378		37,049	30,378		39,958	30,378
38,019	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378		39,958	30,378
38,019	30,378		38,019	30,378		38,019	30,378		39,958	30,378
38,019	26,901		37,049	30,378		37,049	30,378		38,989	30,378
38,989	30,378		38,019	26,901		38,989	30,378		38,989	30,378
38,019	30,378		37,049	26,901		38,989	30,378		39,958	30,378
37,049	30,378		38,019	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378
38,019	30,378		38,019	30,378		38,989	30,378		39,958	30,378
37,049	30,378		38,019	30,378		37,049	30,378		38,989	30,378
37,049	30,378		38,989	30,378		38,019	26,901		38,989	30,378
37,049	30,378		38,019	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378
38,019	26,901		38,019	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378
38,989	30,378		38,989	26,901		39,958	30,378		39,958	30,378
38,019	30,378		37,049	26,901		38,989	30,378		39,958	30,378
37,049	30,378		38,019	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378
38,019	30,378		37,049	30,378		38,989	30,378		38,989	30,378
38,019	30,378		38,019	30,378		39,958	30,378		38,989	30,378

38,019	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378
38,989	30,378	38,019	30,378	39,958	30,378	38,019	26,901
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	26,901	38,019	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,019	26,901	38,989	30,378	38,989	30,378	38,019	26,901
38,019	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378	38,019	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,019	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	26,901	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	26,901	38,989	30,378
39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,019	26,901	38,989	30,378	38,989	30,378	38,019	30,378
38,019	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,019	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,019	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	26,901	38,989	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
38,019	26,901	38,989	30,378	38,989	30,378	38,019	30,378
38,019	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,019	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,019	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	26,901	38,989	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
38,019	26,901	38,989	30,378	39,958	30,378	38,019	30,378
38,019	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378	38,019	30,378
38,989	30,378	38,019	30,378	38,989	26,901	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	26,901	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,019	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	26,901	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	26,901	38,989	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	38,989	26,901
38,989	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	26,901

Tabel L2.9c Gaya Potong – Gaya Makan pada Parameter Kombinasi 9 – BK 3

Fv3	Ff3	Fv3	Ff3	Fv3	Ff3	Fv3	Ff3
38,989	30,378	39,958	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378
38,989	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
38,019	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	39,958	30,378	39,958	26,901	39,958	30,378
38,989	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
39,958	30,378	40,928	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
38,989	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378



39,958	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
38,989	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	40,928	33,855
39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
38,989	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	40,928	33,855	40,928	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	41,898	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
38,989	30,378	40,928	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378
38,989	30,378	40,928	30,378	39,958	26,901	39,958	30,378
38,989	30,378	40,928	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378
40,928	30,378	39,958	30,378	40,928	30,378	38,989	30,378
40,928	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
40,928	30,378	40,928	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378
40,928	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378
39,958	26,901	39,958	30,378	40,928	30,378	38,989	30,378
39,958	30,378	39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378
40,928	30,378	40,928	30,378	40,928	30,378	40,928	30,378
39,958	30,378	40,928	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	40,928	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	40,928	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	40,928	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378
38,989	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378
39,958	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	40,928	30,378
39,958	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	40,928	30,378
40,928	30,378	38,989	30,378	38,989	30,378	39,958	30,378
40,928	33,855	38,989	30,378	40,928	30,378	40,928	30,378
40,928	30,378	39,958	30,378	39,958	30,378	40,928	30,378
39,958	30,378	40,928	30,378	39,958	30,378	40,928	30,378

Lampiran 3

**DATA KEKASARAN PERMUKAAN**

No	V	a	f	R	Benda Kerja 1				Benda Kerja 2				Benda Kerja 3			
1	144	0,50	0,05	0,4	2,65	2,65	2,82	2,52	2,42	2,21	2,22	2,18	2,64	2,37	2,4	2,64
2	144	0,75	0,10	0,8	2,6	2,57	2,34	2,19	2,76	2,31	2,61	2,37	2,36	2,32	2,42	2,38
3	144	1,00	0,15	1,2	2,23	2,45	2,38	2,26	2,19	2,51	2,01	2,3	2,43	2,48	2,51	2,18
4	196	0,50	0,10	1,2	2,57	2,49	3,1	3,56	2,39	2,29	2,29	2,22	2,68	2,7	2,68	2,68
5	196	0,75	0,15	0,4	1,35	1,4	1,39	1,25	1,45	1,44	1,43	1,4	1,34	1,24	1,29	1,28
6	196	1,00	0,05	0,8	2,25	2,4	2,3	2,23	2,88	2,77	2,69	2,73	2,58	2,64	2,41	2,38
7	314	0,50	0,15	0,8	0,82	0,87	0,83	0,85	1,26	1,19	1,04	1,07	0,76	0,79	0,78	0,83
8	314	0,75	0,05	1,2	4,34	4,45	4,35	4,36	4,29	4,22	4,27	4,33	4,24	4,31	4,28	4,39
9	314	1,00	0,10	0,4	1,03	1,1	1,06	1,14	0,95	1	0,95	0,98	1,01	0,94	0,93	0,96

Lampiran 4

**DATA UMUR PAHAT**

Tabel L4.1 Umur Pahat pada Parameter Kombinasi 1

<b>t</b>	<b>t accu</b>	<b>VB</b>
360	360	0,13
109	469	0,135
286	755	0,155
214	969	0,19
355	1324	0,2
290	1614	0,235
214	1828	0,275
108	1936	0,3

Tabel L4.2 Umur Pahat pada Parameter Kombinasi 2

<b>t</b>	<b>t accu</b>	<b>VB</b>
128	128	0,1
100	228	0,12
114	342	0,125
125	467	0,14
102	569	0,145
114	683	0,157
219	902	0,178
114	1016	0,2
36	1052	0,22
178	1230	0,24
177	1407	0,27
137	1544	0,3

Tabel L4.3 Umur Pahat pada Parameter Kombinasi 3

<b>t</b>	<b>t accu</b>	<b>VB</b>
59	59	0,124
47	106	0,13
45	151	0,135
35	186	0,14
59	245	0,143
47	292	0,145
43	335	0,147
35	370	0,15
62	432	0,153
51	483	0,156
42	525	0,158
35	560	0,16
76	636	0,163
74	710	0,165
72	782	0,173
77	859	0,18
98	957	0,185
81	1038	0,195
45	1083	0,2
93	1176	0,22
60	1236	0,225
105	1341	0,24
40	1381	0,245
120	1501	0,27
108	1609	0,28
40	1649	0,285
150	1799	0,32

Tabel L4.4 Umur Pahat pada Parameter Kombinasi 4

<b>t</b>	<b>t accu</b>	<b>VB</b>
93	93	0,1
81	174	0,13
71	245	0,14
59	304	0,15
94	398	0,16
82	480	0,165
70	550	0,178
59	609	0,184
88	697	0,195
82	779	0,2
70	849	0,21
60	909	0,22
167	1076	0,23
133	1209	0,24
164	1373	0,28
140	1513	0,35

Tabel L4.5 Umur Pahat pada Parameter Kombinasi 5

<b>t</b>	<b>t accu</b>	<b>VB</b>
33	33	0,104
72	105	0,11
55	160	0,13
45	205	0,137
72	277	0,145
63	340	0,154
44	384	0,165
69	453	0,178

55	508	0,18
48	556	0,20
38	594	0,21
64	658	0,22
45	703	0,23
206	909	0,24
167	1076	0,255
139	1215	0,27
227	1442	0,28
212	1654	0,32

Tabel L4.6 Umur Pahat pada Parameter Kombinasi 6

<b>t</b>	<b>t accu</b>	<b>VB</b>
147	147	0,114
114	261	0,13
70	331	0,137
144	475	0,16
114	589	0,205
70	659	0,225
148	807	0,244
115	922	0,35

Tabel L4.7 Umur Pahat pada Parameter Kombinasi 7

<b>t</b>	<b>t accu</b>	<b>VB</b>
59	59	0,124
47	106	0,13
45	151	0,135
35	186	0,15
59	245	0,163
47	292	0,175

43	335	0,197
35	370	0,21
62	432	0,23
51	483	0,27
51	533	0,3

Tabel L4.8 Umur Pahat pada Parameter Kombinasi 8

<b>t</b>	<b>t accu</b>	<b>VB</b>
65	65	0,096
103	168	0,124
66	234	0,15
102	336	0,165
62	398	0,2
58	456	0,275
54	510	0,3

Tabel L4.9 Umur Pahat pada Parameter Kombinasi 9

<b>t</b>	<b>t accu</b>	<b>VB</b>
27	27	0,11
31	58	0,124
32	90	0,135
34	124	0,145
29	153	0,2
27	180	0,21
33	213	0,24
31	244	0,26
31	275	0,3

Lampiran 5

# DATA EKSPERIMENT KONFIRMASI

Tabel L5.1 Gaya Potong-Gaya Makan pada Eksperimen Konfirmasi - BK 1

F <sub>v1</sub>	F <sub>f1</sub>						
13,774	16,469	13,774	16,469	13,774	12,992	13,774	12,992
12,804	16,469	13,774	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469
12,804	16,469	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	12,992
13,774	16,469	13,774	12,992	13,774	16,469	12,804	16,469
13,774	16,469	12,804	12,992	13,774	12,992	12,804	12,992
13,774	16,469	12,804	16,469	12,804	16,469	13,774	16,469
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	16,469
12,804	16,469	13,774	16,469	12,804	12,992	12,804	16,469
12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992	12,804	12,992
12,804	12,992	13,774	16,469	13,774	16,469	12,804	16,469
12,804	12,992	13,774	16,469	13,774	16,469	12,804	16,469
13,774	16,469	12,804	16,469	13,774	12,992	12,804	16,469
12,804	12,992	13,774	16,469	13,774	12,992	12,804	12,992
12,804	16,469	13,774	16,469	12,804	12,992	13,774	12,992
13,774	16,469	13,774	12,992	13,774	12,992	13,774	16,469
12,804	12,992	13,774	16,469	12,804	16,469	12,804	16,469
12,804	12,992	12,804	16,469	12,804	12,992	12,804	16,469
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	16,469
13,774	16,469	12,804	12,992	12,804	16,469	13,774	16,469
12,804	12,992	12,804	16,469	12,804	16,469	12,804	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	16,469
12,804	16,469	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992
13,774	16,469	13,774	12,992	12,804	12,992	13,774	16,469
12,804	12,992	13,774	16,469	12,804	12,992	12,804	12,992
12,804	12,992	12,804	16,469	13,774	16,469	12,804	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992
13,774	16,469	12,804	16,469	12,804	16,469	12,804	16,469
12,804	12,992	12,804	16,469	12,804	16,469	12,804	16,469
12,804	12,992	13,774	16,469	13,774	16,469	12,804	16,469
13,774	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469	12,804	12,992
13,774	12,992	12,804	16,469	13,774	16,469	12,804	12,992
12,804	16,469	13,774	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992
13,774	16,469	12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	12,992

13,774	16,469	12,804	16,469	13,774	12,992	12,804	16,469
13,774	12,992	13,774	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469
13,774	16,469	13,774	12,992	12,804	16,469	12,804	12,992
13,774	12,992	12,804	16,469	13,774	16,469	12,804	12,992
13,774	12,992	12,804	16,469	13,774	16,469	12,804	16,469
13,774	16,469	13,774	16,469	13,774	12,992	13,774	16,469
12,804	16,469	13,774	16,469	13,774	12,992	12,804	12,992
13,774	16,469	12,804	16,469	13,774	16,469	12,804	12,992
13,774	16,469	13,774	12,992	12,804	12,992	13,774	16,469
13,774	12,992	13,774	16,469	13,774	16,469	12,804	12,992
12,804	16,469	13,774	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469
13,774	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469	12,804	16,469
13,774	12,992	12,804	16,469	13,774	16,469	12,804	12,992
13,774	16,469	13,774	16,469	12,804	12,992	13,774	12,992
13,774	16,469	12,804	16,469	13,774	16,469	12,804	16,469
13,774	12,992	12,804	12,992	12,804	16,469	12,804	12,992
12,804	16,469	12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	16,469
13,774	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	16,469
12,804	12,992	13,774	12,992	12,804	12,992	13,774	16,469
13,774	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469	12,804	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992
13,774	16,469	13,774	12,992	12,804	12,992	13,774	16,469
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992
13,774	16,469	13,774	16,469	12,804	12,992	12,804	12,992

Tabel L5.2 Gaya Potong-Gaya Makan pada Eksperimen Konfirmasi - BK 2

F <sub>v2</sub>	F <sub>f2</sub>						
12,804	16,469	12,804	12,992	12,804	12,992	13,774	16,469
12,804	16,469	12,804	12,992	11,834	12,992	12,804	12,992
12,804	16,469	12,804	16,469	12,804	12,992	12,804	12,992
12,804	16,469	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	16,469	12,804	12,992
13,774	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	16,469
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992
12,804	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469	12,804	16,469
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	16,469	11,834	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	12,804	16,469	12,804	16,469
12,804	12,992	12,804	16,469	12,804	12,992	11,834	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992
12,804	12,992	13,774	12,992	13,774	16,469	12,804	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	12,992
12,804	16,469	12,804	16,469	13,774	12,992	12,804	16,469
12,804	12,992	12,804	12,992	12,804	16,469	12,804	16,469
12,804	12,992	13,774	16,469	13,774	12,992	12,804	16,469

12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	16,469		12,804	12,992
12,804	16,469		13,774	16,469		12,804	12,992		12,804	12,992
13,774	16,469		12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992
13,774	16,469		12,804	12,992		13,774	16,469		12,804	16,469
12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992		13,774	16,469
12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	16,469		12,804	12,992
12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992		13,774	12,992
13,774	16,469		12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992
12,804	12,992		12,804	12,992		13,774	16,469		13,774	12,992
12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992
12,804	16,469		12,804	16,469		13,774	16,469		12,804	12,992
13,774	16,469		12,804	12,992		12,804	16,469		12,804	16,469
13,774	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992
12,804	12,992		12,804	16,469		13,774	16,469		13,774	16,469
13,774	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992
13,774	12,992		12,804	12,992		12,804	16,469		13,774	16,469
13,774	12,992		12,804	16,469		12,804	12,992		12,804	12,992
12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992		13,774	16,469
13,774	16,469		12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992
13,774	12,992		12,804	16,469		12,804	12,992		12,804	12,992
12,804	16,469		12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992
13,774	16,469		12,804	12,992		12,804	12,992		12,804	12,992
13,774	16,469		12,804	12,992		12,804	16,469		12,804	12,992
12,804	12,992		12,804	12,992		13,774	16,469		12,804	12,992

Tabel L5.3 Gaya Potong-Gaya Makan pada Eksperimen Konfirmasi - BK 3

F <sub>v3</sub>	F <sub>f3</sub>						
13,774	16,469	13,774	16,469	13,774	16,469	12,804	16,469
13,774	16,469	13,774	16,469	13,774	16,469	13,774	16,469
13,774	16,469	13,774	16,469	12,804	16,469	13,774	12,992
13,774	16,469	12,804	16,469	12,804	16,469	13,774	16,469
12,804	12,992	13,774	16,469	12,804	16,469	12,804	16,469
13,774	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469	13,774	16,469
13,774	16,469	13,774	16,469	12,804	16,469	13,774	16,469
12,804	16,469	12,804	16,469	13,774	16,469	13,774	16,469
12,804	16,469	12,804	16,469	12,804	16,469	12,804	16,469
12,804	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469	13,774	12,992
13,774	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469	13,774	16,469
12,804	16,469	13,774	16,469	13,774	16,469	12,804	16,469
12,804	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469	13,774	16,469
13,774	16,469	13,774	16,469	12,804	16,469	13,774	16,469
12,804	16,469	12,804	16,469	13,774	16,469	13,774	16,469
12,804	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469	12,804	16,469
13,774	16,469	13,774	16,469	12,804	16,469	13,774	16,469
12,804	16,469	12,804	16,469	13,774	16,469	12,804	16,469
12,804	16,469	12,804	12,992	13,774	16,469	12,804	16,469



Tabel L5.3 Data Kekasaran Permukaan pada Eksperimen Konfirmasi

	Ra	Ra	Ra
BK1	1,25	1,14	1,05
	1,36	1,16	1,03
	1,24	1,18	1,09
	1,28	1,19	1,08

Tabel L5.3 Data Umur Pahat pada Eksperimen Konfirmasi

t	t accu	VB
147	147	0,11
114	261	0,13
65	326	0,14
142	468	0,16
114	582	0,21
71	653	0,225
125	778	0,25
115	893	0,31

Lampiran 6

**TABEL-TABEL ANAVA**

TABEL L6.1 ANAVA GFRG

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
V	2	0,053430	0,053430	0,026715	**	
a	2	0,034738	0,034738	0,017369	**	
f	2	0,035926	0,035926	0,017963	**	
R	2	0,077940	0,077940	0,038970	**	
Error	0	*	*	*	*	
Total	8	0,202034				

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F
V	2	0,05343	0,05343	0,02671	1,54
f	2	0,03593	0,03593	0,01796	1,03
R	2	0,07794	0,07794	0,03897	2,24
Error	2	0,03474	0,03474	0,01737	
Total	8	0,20203			

$$S = 0,131791 \quad R-Sq = 82,81\% \quad R-Sq(\text{adj}) = 31,22\%$$

TABEL L6.2 ANAVA KEKASARAN PERMUKAAN

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
V	2	0,17589	0,17589	0,08794	*	*
a	2	1,04651	1,04651	0,52325	*	*
f	2	3,87254	3,87254	1,93627	*	*
R	2	3,60649	3,60649	1,80325	*	*
Residual Error	0	*	*	*	*	
Total	8	8,70144				

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	$\rho$
V	pooled					
a	2	1,0465	1,0465	0,5233	5,95	14,05 %
f	2	3,8725	3,8725	1,9363	22,02	42,48 %
R	2	3,6065	3,6065	1,8032	20,50	39,43 %
Error	2	0,1759	0,1759	0,0879	4,04	%
Total	8	8,7014				

$$S = 0,296554 \quad R-Sq = 97,98\% \quad R-Sq(\text{adj}) = 91,91\%$$

TABEL L6.3 ANAVA GAYA POTONG

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
V	2	13,26	13,26	6,63	**	
a	2	457,93	457,93	228,97	**	
f	2	441,04	441,04	220,52	**	
R	2	13,48	13,48	6,74	**	
Error	0	*	*	*		
Total	8	925,71				

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
V	pooled					
a	2	457,93	457,93	228,97	34,53	0,028
f	2	441,04	441,04	220,52	33,26	0,029
R	2	13,48	13,48	6,74	1,02	0,496
Error	2	13,26	13,26	6,63		
Total	8	925,71				

$$S = 2,57502 \quad R-Sq = 98,57\% \quad R-Sq(\text{adj}) = 94,27\%$$

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	$\rho$
V	pooled					
a	2	457,93	457,93	228,97	34,24	48,06 %
f	2	441,04	441,04	220,52	32,98	46,20 %
R	pooled					
Error	4	26,74	26,74	6,69		5,74 %
Total	8	925,71				

$$S = 2,58576 \quad R-Sq = 97,11\% \quad R-Sq(\text{adj}) = 94,22\%$$

TABEL L6.4 ANAVA GAYA MAKAN

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
V	2	1,308	1,308	0,654	*	*
a	2	287,172	287,172	143,586	*	*
f	2	18,359	18,359	9,180	*	*
R	2	95,626	95,626	47,813	*	*
Residual Error	0	*	*	*		
Total	8	402,465				

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	$\rho$
V	pooled					
a	2	287,172	287,172	143,586	219,62	71,03%
f	2	18,359	18,359	9,180	14,04	4,24%
R	2	95,626	95,626	47,813	73,13	23,44%
Error	2	1,308	1,308	0,654		1,29%
Total	8	402,465				

TABEL L6.5 ANAVA UMUR PAHAT

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
V	2	3163025	3163025	1581512	**	
a	2	29024	29024	14512	**	
f	2	147523	147523	73761	**	
R	2	4161	4161	2080	**	
Error	0	*	*	*		
Total	8	3343732				

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	$\rho$
V	2	3163025	3163025	1581512	760,22	94,47%
a	2	29024	29024	14512	6,98	0,74%
f	2	147523	147523	73761	35,46	4,29%
R	pooled					
Error	2	4161	4161	2080		0,50%
Total	8	3343732				

$$S = 45,6107 \quad R-Sq = 99,88\% \quad R-Sq(\text{adj}) = 99,50\%$$

## DAFTAR PUSTAKA

Aouici H., M.A. Yallese, B. Fnides, T. Mabrouki, 2010, "Machinability Investigation in Hard Turning of AISI H11 Hot Work Steel with CBN tool," *MECHANIKA*, Vol.6 pp 86.

Arsecularatne J.A., Fowle R.F., Mathew P., Oxley P.L.B., 1996, "Prediction of Tool Life in Oblique Machining with Nose Radius Tools," *Journal Wear*, Vol 198, 22~228.

Arsecularatne J.A., L.C. Zhang, C. Montross, P. Mathew, 2006, "On Machining of Hardened AISI D2 Steel with PCBN Tools," *Journal of Materials Processing Technology* Vol 171, Pp 244–252.

Aslan Ersan, Necip C., Burak B., 2007, "Design of Optimization of Cutting Parameters when Turning Hardened AISI 4140 Steel (63 HRC) with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiCN Mixed Ceramic Tool," *Journal Materials and Design*, Vol 28, Pp 1618–1622.

Chou, Y. Kevin dan Hui Song, 2004, "Tool Nose Radius Effects on Finish Hard Turning," *Journal of Materials Processing Technology*, Vol 148, Pp 259–268.

Dhavamani1 C. dan T. Alwarsamy2, 2011, "Review On Optimization Of Machining Operation," *International Journal of Academic Research*, Vol. 3.

Davim, J. Paulo,dan Lui's Figueira, 2006, "Machinability Evaluation in Hard Turning of Cold Work Tool Steel (D2) with Ceramic Tools using Statistical Techniques," *Journal Materials and Design*, Vol 28, Pp 1186–1191.

Gaitonde. V.N., Karnik S.R., Figueira Luis, Davim J. Paulo, 2009, "Machinability Investigations in Hard Turning of AISI D2 Cold Work Tool Steel with Conventional and Wiper Ceramic Inserts," *International Journal of Refractory Metals & Hard Materials*, Vol 27, Pp 754–763.

Gupta, A., Singh, H. and Aggrawal A., 2011, "Taguchi-Fuzzy Multi Output Optimization (MOO) in High Speed CNC Turning of AISI P-20 Tool Steel," *Journal Systems with Applications*, Vol. 38, pp. 6822-6828.

Hsiang, Su-Hai, and Lin Yi-Wei, 2009, Optimization of The Extrusion Process for Magnesium Alloy Sheets using The Fuzzy based Taguchi Method," *The Arabian Journal for Science and Engineering*, Volume 34, Number 1C.

Hendri Budiman dan Richard, 2007 "Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metoda Variable Speed Machining Test," *Jurnal Teknik Mesin Petra*, Vol. 9, pp 31 – 39.

Juhana, O. dan Suratman, M., 2000, "Menggambar Teknik Mesin dengan Standar ISO," Pustaka Grafika, Bandung.

Kalpakjian, Serope dan Steven R. Schmid; 2008; "Manufacturing Processes for Engineering Materials," New Jersey, Prentice Hall.

Kusumadewi S. dan Purnomo H., 2010, "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan," Edisi kedua, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Lima, J.G. R.F. A' vila, A.M. Abra~o,M. Faustino, J.P. Davim, 2005,"Hard turning: AISI 4340 High Strength Low Alloy Steel and AISI D2 Cold Work Tool Steel," *Journal Material Processing Technology*, Vol 169, pp 388–395.

Lin J.L., C.L. Lin, 2002, "The Use of Orthogonal Array with Grey Relational Analysis to Optimize the Electrical Discharge Machining Process with Multiple Performance Characteristics," *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol 42, pp 237–244.

Lin C.L., 2004, "Use of The Taguchi Method and Grey Relational Analysisto Optimize Turning Operations with Multiple Performance Characteristics," *Material Manufacturing Process*, Vol. 19, pp 209-220.

Lin J.L., C.L. Lin, 2005, "The Use of Grey-Fuzzy Logic for The Optimization of The Manufacturing Process," *Journal of Materials Processing Technology*, Vol 160,.pp 9–14.

Lu, H. S., Chen, J. Y. and Chung, Ch. T., 2008, "The Optimal Cutting Parameter Design of Rough Cutting Process in Side Milling," *Journal of Achievements in Material and Manufacturing Engineering*, Vol. 29, pp. 183-186.

Mukherjee Indrajit, Pradip Kumar Ray, 2006, "A Review of Optimization Techniques In Metal Cutting Processes," *Journal Computers & Industrial Engineering*, Vol 50, pp 15–34.

Montgomery, D. C., 1991, "Design and Analysis of Experiment", John Wiley & Sons, Inc., New York.

M.P. Groover, 2007, "Fundamentals of Modern Manufacturing," 3<sup>rd</sup> edition.

Rochim, Taufik. 1993, "Teori dan Teknologi Proses Pemesinan," Bandung, Institut Teknologi Bandung.

Rochim, Taufik. 2001, "Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik," Bandung, Institut Teknologi Bandung.

Ross, Phillip J, 2008, "Taguchi Techniques for Quality Engineering," McGraw-Hill International Editions. Taiwan.

Soejanto, Irwan, 2009, "Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi", Graha Ilmu, Yogyakarta.

Tosun N, 2006. "Determination of Optimum Parameters for Multiperformance Characteristics in Drilling by Using Grey Relational Analysis," *International Journal Advance Manufacturing Technology*, Vol. 28, pp 450–5.

Qian L., Lei S., Chen R, 2006, "Finite Element Analysis of Hard Turning Bearing 201 Steel AISI 52100 with Various Cutting Inserts," *ASME Pressure Vessels 202 and Piping Conference*, PVP-ICPVT11-93149 July, Vancouver, BC, Canada.

Zadeh, L. (1965). "Fuzzy sets," *Jurnal Information and Control*, Vol 8, pp 338–353.

## **BIODATA PENULIS**

- a. Nama Lengkap : Arum Soesanti  
b. Jenis Kelamin : Perempuan  
c. NRP : 2110201003  
d. Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin/Sistem Manufaktur  
e. Fakultas : Fakultas Teknologi Industri  
f. Alamat Rumah dan No. Telp. : Alam Gunung Anyar D-5/11  
Surabaya  
031-70143433  
g. Alamat email : arum\_soesanti@ubaya.ac.id  
arum\_soesanti@yahoo.com  
h. Pendidikan terakhir :

No	Jenjang	Tempat Pendidikan	Tahun Lulus
1	Sarjana	Teknik Manufaktur Universitas Surabaya	2003

- i. Riwayat penelitian/pengabdian :

No	Judul Penelitian	Keanggotaan	Sumber Dana	Jumlah Dana
1	Optimasi Parameter Pemesinan untuk Kekasaran Permukaan, Gaya Potong dan Umur Pahat pada Proses Bubut dengan Menggunakan Metode Taguchi pada Material <i>Tool Steel</i>	Anggota Mahasiswa	Penelitian Produktif LPPM - 2011	Rp. 35.000.000,-

- j. Publikasi :

No	Judul	Publikasi
1	Pengaruh Cairan Pendingin Bertekanan Tinggi terhadap Keausan Tepi Pahat, Gaya Potong, dan Kekasaran Permukaan pada Pembubutan Baja AISI 4340	SNTTM X, Malang 2011