

**Penerapan *Central Composite Design* Pada Optimasi  
Proses Pembubutan ST-37**

*Application of Central Composite Design on  
Optimizing ST-37 Turning Process*

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat  
menyelesaikan pendidikan  
DIPLOMA IV PROGRAM STUDI PROSES MANUFAKTUR  
Di Jurusan Teknik Mesin

Oleh

**Irwan Rahman Sunarto**

**141244014**



**POLITEKNIK NEGERI BANDUNG**

**TAHUN 2018**

**Penerapan *Central Composite Design* Pada Optimasi  
Proses Pembubutan ST-37**

**Penulis:**

**Irwan Rahman Sunarto**

**NIM : 141244014**

**Penguji:**

1. Dosen Penguji I : Drs. Refrizal Amir, S.T., M.T.
2. Dosen Penguji II : Achmad Hata, B.Eng., M.Eng.

**Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 24 Juli 2018 dan disahkan sesuai ketentuan.**

**Pembimbing**



**Waluyo M. Bintoro, S.ST., M.Eng.**  
**NIP. 19620730 198603 1003**

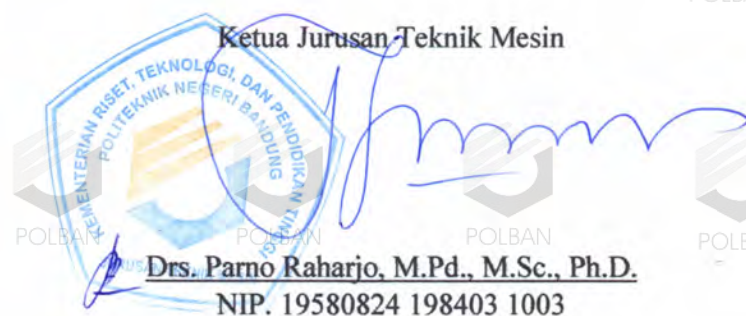
**Pembimbing Lapangan**



**Hendi**

**CAHAYA ABADI  
TEKNIK**

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Drs. Parno Raharjo, M.Pd., M.Sc., Ph.D.**  
**NIP. 19580824 198403 1003**

*"Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini adalah murni hasil pekerjaan saya sendiri. Tidak ada pekerjaan orang lain yang saya gunakan tanpa menyebutkan sumbernya.*

*Materi dalam laporan Tugas Akhir ini tidak/belum pernah disajikan/digunakan sebagai bahan untuk makalah/Tugas Akhir lain kecuali saya menyatakan dengan jelas bahwa saya menggunakannya.*

*Saya memahami bahwa laporan Tugas Akhir yang saya kumpulkan ini dapat diperbanyak dan atau dikomunikasikan untuk tujuan mendeteksi adanya plagiatisme."*

Judul Tugas Akhir:

Penerapan Central Composite Design Pada Optimasi Proses Pembubutan ST-37

Bandung, Juli 2018

Irwan Rahman Sunarto

NIM: 141244014



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN

*"Learn from yesterday, live for today, hope for tomorrow. The important thing is not to stop questioning."*



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN

*Albert Einstein*



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN



POLBAN

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat kepada kita sekalian, khususnya kepada penulis, sehingga Tugas Akhir dengan judul “Penerapan *Central Composite Design* Pada Optimasi Proses Pembubutan ST-37” dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini penulis banyak dibantu oleh banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Parno Rahardjo, M.Sc., Ph.D, sebagai ketua Jurusan Teknik Mesin.
2. Waluyo Musiono Bintoro, S.ST., M.Eng., sebagai Ketua Program Studi Proses Manufaktur dan sekaligus sebagai Dosen Pembimbing yang selalu memberikan arahan, motivasi, serta kepercayaan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Drs. Refrizal Amir, S.T., M.T. sebagai Dosen Penguji I yang selalu memberikan masukan yang sangat berarti bagi penulis.
4. Petrus Londa, S.ST., M.T., sebagai Dosen Penguji II yang juga memberikan masukan yang bermanfaat bagi penulis.
5. Pak Hendi sebagai Pembimbing Lapangan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis yakin masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam pembuatan tugas akhir ini, baik secara tata cara penulisan maupun tata cara penyajiannya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat penulis harapkan, sehingga kesalahan dan kekurangan yang terdapat dalam tugas akhir ini dapat diperbaiki.

Bandung, Juli 2018

Penulis

## KATA PERSEMBAHAN

Dengan puja dan puji syukur kepada yang diberikan Allah SWT dan atas dukungan yang diberikan oleh orang-orang yang saya cintai, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat sesuai dengan waktu yang ditentukan. Oleh sebab itu, maka sebagai penulis saya ingin mengucapkan rasa syukur serta bahagia, dan tak lupa ingin mengucapkan ungkapan terima kasih kepada:

1. Orang Tua Tercinta, yang selalu menyemangati, memberikan pelajaran hidup, serta doa-doa yang selalu mengalir untuk sang anak tercinta. Mohon maaf bila selama ini saya sebagai seorang anak masih memiliki banyak kekurangan. Walaupun saya menyadari bahwa ungkapan terima kasih saja tidak cukup untuk membalas jasa-jasa yang telah diberikan. Semoga ungkapan terima kasih ini dapat membahagiakan dan mententramkan hati.
2. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin dan beberapa dosen dari departemen lain-lain yang selama ini ikhlas dan tulus dalam memberikan ilmu kepada saya.
3. Seluruh staf Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung, yang selalu memberikan kemudahan bagi saya selama pembuatan tugas akhir.
4. Teman-teman kelas dan angkatan 2014 yang selalu menyemangati dan memberikan bantuan dalam pembuatan tugas akhir ini, salam *Solidarity Forever*.
5. Grup Kita-Kalian, khususnya Sony Firmansyah dan M. Tri Yuliawan, yang selalu memberikan semangat saat terjadi kebuntuan dalam melakukan tugas akhir.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... i

KATA PERSEMBAHAN ..... ii

DAFTAR ISI ..... iii

ABSTRAK .....vi

ABSTRACT .....vii

DAFTAR GAMBAR ..... viii

DAFTAR TABEL ..... xi

BAB I PENDAHULUAN .....I-1

1.1. Latar Belakang Masalah ..... I-1

1.2. Perumusan Masalah ..... I-2

1.3. Tujuan Tugas Akhir ..... I-3

1.3.1. Tujuan Umum ..... I-3

1.3.2. Tujuan Khusus ..... I-3

1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah ..... I-3

1.5. Sistematika Penulisan ..... I-4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI ..... II-1

2.1. Tinjauan Pustaka ..... II-1

2.1.1. Pengertian Optimasi ..... II-1

2.1.2. Histori Optimasi Menggunakan *Surface Response*

*Methodology* ..... II-2

2.2. Landasan Teori ..... II-4

2.2.1. Material ST-37 ..... II-4

2.2.2. Mesin Bubut ..... II-5

2.2.3. Kekasaran Permukaan ..... II-7

2.2.4. Perancangan Eksperimen ..... II-11



2.2.4.1. Metode Respon Permukaan (*Response Surface Methodology*) ..... II-16

**BAB III METODE DAN PROSES PENYELESAIAN ..... III-1**



3.1. Identifikasi Masalah ..... III-1

3.2. Metodologi ..... III-1

3.2.1. Metodologi Penyelesaian Masalah ..... III-1

3.3. Pengumpulan Data ..... III-2



3.3.1. Observasi Lapangan ..... III-3

3.3.2. Studi Pustaka ..... III-3

3.3.3. Wawancara ..... III-3

3.4. Alat dan Bahan ..... III-3

3.4.1. Alat ..... III-4

3.4.2. Bahan ..... III-8



3.5. Identifikasi Kebutuhan Data dan Pengambilan Data ..... III-9

3.5.1. Pembuatan Tabel Parameter Penelitian ..... III-9

3.5.2. Proses Pembubutan Sesuai Dengan Urutan ..... III-13

3.5.3. Proses Pengujian Kekasaran ..... III-15



3.6. Melakukan Pengolahan Data Berdasarkan *Surface Response Methodology* ..... III-16

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... IV-1**



4.1. Hasil Pengujian Kekasaran ..... IV-1

4.2. Verifikasi ANOVA ..... IV-2

4.3. Model Matematika ..... IV-3

4.4. Grafik Kekasaran ..... IV-4



4.4.1. Kedalaman Pemakanan ..... IV-5

4.4.2. Kecepatan Pemakanan ..... IV-8

4.4.3. Kecepatan Pemoangan ..... IV-11

4.5. Nilai Prediksi vs Aktual ..... IV-15

4.6. Optimasi Menggunakan *Central Composite Design* ..... IV-16







4.7. Percobaan Hasil Optimasi ..... IV-18

4.8. Nilai Parameter Untuk Standar Kekasaran Tertentu ..... IV-19

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN ..... V-1



5.1. Kesimpulan ..... V-1

5.2. Saran ..... V-2

DAFTAR PUSTAKA ..... xii



## ABSTRAK

Proses pemesinan merupakan salah satu proses pemotongan material dengan menggunakan pisau yang dipasang pada mesin perkakas. Salah satu jenis mesin perkakas tersebut adalah mesin bubut. Parameter mesin bubut pada saat proses produksi dapat mempengaruhi kekasaran produk yang dihasilkan, sehingga diperlukan sebuah model matematika agar hasil kekasaran pada benda kerja dapat diprediksi dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.

Untuk mencapai hal tersebut, dilakukan suatu metodologi yang disesuaikan dengan kebutuhan tertentu. Metodologi tersebut adalah dengan menggunakan metode respon permukaan (*Response Surface Methodology*) dengan jenis *Central Composite Design*.

Hasil akhir dari tugas akhir ini adalah berupa model matematika yang dapat digunakan sebagai rumus untuk memprediksi kekasaran yang dihasilkan dalam proses produksi, serta nilai optimasi terhadap kekasaran yang dihasilkan.

Kata kunci: Proses Pemesinan, Alat Perkakas, Mesin Bubut, Kekasaran, *Response Surface Methodology*, *Central Composite Design*.



## ABSTRACT

*Machining process is one of material cutting process with a cutter which attached to a machine. One of the types of the machine called lathe machine. The parameter of lathe machine which applied during production process can influence the roughness of a generated product, so it needs to make a mathematical model to predict the roughness of a generated product, according to the desired specifications.*























*To achieve that goals, a methodology was conducted with some adjustment for specific requirement. The methodology used is Response Surface Methodology, with Central Composite Design type.*































*The final goals of this essay are a mathematical model that can be used as a formula to predict the roughness which generated during production process, as well as optimization value towards roughness.*

*Keywords: Machining process, tools, lathe machine, roughness, Response Surface Methodology, Central Composite Design.*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Proses Pembubutan Silindris .....	II-1
Gambar II.2 Grafik Pengaruh Kecepatan Pemotongan dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Umur Pahat .....	II-3
Gambar II.3 Komposisi Kimia Dari S235JR (ST-37) .....	II-4
Gambar II.4 Bagian-Bagian dari Mesin Bubut .....	II-6
Gambar II.5 Arah Pemakanan Mesin Bubut .....	II-6
Gambar II.6 Ilustrasi Skematik .....	II-8
Gambar II.7 Definisi dari Parameter Untuk Menghitung Ra, Rp, Rv, dan Rt ..	II-9
Gambar II.8 Definisi dari Rata-Rata Maksimum Ketinggian Profil, Rz, dan Kedalaman Maksimum Kekasaran, Rmax .....	II-10
Gambar II.9 Definisi dari Parameter yang Digunakan Untuk Menghitung <i>Bearing Ratio</i> $t_p$ .....	II-11
Gambar II.10 Teori Respon Permukaan .....	II-16
Gambar II.11 Plot Orde Satu .....	II-18
Gambar II.12 Plot Orde Dua .....	II-19
Gambar III.1 Diagram Alir Metode Penyelesaian Masalah .....	III-2
Gambar III.2 Mesin Bubut yang Digunakan .....	III-5
Gambar III.3 <i>Holder</i> .....	III-6
Gambar III.4 <i>Insert</i> .....	III-7
Gambar III.5 <i>Surface Roughness Tester</i> .....	III-7
Gambar III.6 Kalibrator .....	III-8
Gambar III.7 Hasil Pengujian Kalibrator .....	III-8

	Gambar III.8 Benda Kerja ST-37 .....	III-9
	Gambar III.9 Pemilihan Metode <i>Central Composite</i> .....	III-10
	Gambar III.10 Memasukkan Parameter Penelitian ke Dalam <i>Software</i> .....	III-11
	Gambar III.11 Hasil Perhitungan Jumlah Percobaan .....	III-11
	Gambar III.12 Penentuan Variabel Respon .....	III-12
	Gambar III.13 Ilustrasi Proses Pembubutan .....	III-14
	Gambar III.14 Proses Pembubutan .....	III-15
	Gambar III.15 Proses Pengujian Kekasaran .....	III-15
	Gambar III.16 Grafik Dari Proses Pengujian .....	III-16
	Gambar III.17 Proses <i>Input Data</i> Menuju Aplikasi .....	III-16
	Gambar IV.1 <i>Contour Plot</i> dengan Kedalaman Pemakanan 1mm .....	IV-5
	Gambar IV.2 <i>Surface Plot</i> dengan Kedalaman Pemakanan 1mm .....	IV-5
	Gambar IV.3 <i>Contour Plot</i> dengan Kedalaman Pemakanan 2mm .....	IV-6
	Gambar IV.4 <i>Surface Plot</i> dengan Kedalaman Pemakanan 2mm .....	IV-6
	Gambar IV.5 <i>Contour Plot</i> dengan Kedalaman Pemakanan 3mm .....	IV-7
	Gambar IV.6 <i>Surface Plot</i> dengan Kedalaman Pemakanan 3mm .....	IV-7
	Gambar IV.7 <i>Contour Plot</i> dengan Kecepatan Pemakanan 0.05mm/rev .....	IV-8
	Gambar IV.8 <i>Surface Plot</i> dengan Kecepatan Pemakanan 0.05mm/rev .....	IV-9
	Gambar IV.9 <i>Contour Plot</i> dengan Kecepatan Pemakanan 0.1mm/rev .....	IV-9
	Gambar IV.10 <i>Surface Plot</i> dengan Kecepatan Pemakanan 0.1mm/rev .....	IV-10
	Gambar IV.11 <i>Contour Plot</i> dengan Kecepatan Pemakanan 0.15mm/rev ...	IV-10
	Gambar IV.12 <i>Surface Plot</i> dengan Kecepatan Pemakanan 0.15mm/rev ....	IV-11

						
						Gambar IV.13 <i>Contour Plot</i> dengan Kecepatan Pemotongan 80m/min ..... IV-12
						Gambar IV.14 <i>Surface Plot</i> dengan Kecepatan Pemotongan 80m/min ..... IV-12
						Gambar IV.15 <i>Contour Plot</i> dengan Kecepatan Pemotongan 90m/min ..... IV-13
						
						Gambar IV.16 <i>Surface Plot</i> dengan Kecepatan Pemotongan 90m/min ..... IV-13
						Gambar IV.17 <i>Contour Plot</i> dengan Kecepatan Pemotongan 100m/min ..... IV-14
						Gambar IV.18 <i>Surface Plot</i> dengan Kecepatan Pemotongan 100m/min ..... IV-14
						
						Gambar IV.19 Grafik Prediksi vs Aktual ..... IV-15
						Gambar IV.20 <i>Central Composite Design</i> ..... IV-16
						Gambar IV.21 Proses Optimasi Menggunakan CCD ..... IV-17
						
						Gambar IV.22 Hasil Optimasi CCD (1) ..... IV-18
						Gambar IV.23 Hasil Optimasi CCD (2) ..... IV-18
						Gambar IV.24 Simbol Kekasaran ..... IV-19
						
						Gambar IV.25 Opsi Target Untuk Mencari Nilai N6 dan N7 ..... IV-20

DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Spesifikasi Mesin Bubut .....	III-4
Tabel III.2 Spesifikasi <i>Holder</i> .....	III-5
Tabel III.3 Spesifikasi <i>Insert</i> .....	III-6
Tabel III.4 Parameter Penelitian .....	III-10
Tabel III.5 Parameter Penelitian <i>Central Composite Design</i> .....	III-12
Tabel III.6 Parameter Penelitian Berdasarkan Kedalamam Pemakanan .....	III-13
Tabel IV.1 Hasil Kekasaran Pada Parameter Penelitian .....	IV-1
Tabel IV.2 Tabel <i>Analysis of Variance</i> .....	IV-2
Tabel IV.3 Nilai Parameter Untuk N6 dan N7 .....	IV-20

## DAFTAR PUSTAKA

Andrio, Kevin. "Usulan Perbaikan Tingkat Penyerapan Air Bata Klinker Menggunakan Response Surface Methodology di Balai Besar Keramik Bandung". Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.

Anthony, Zuriman. 2011. Sistem Optimasi. Padang: Institut Teknologi Padang.

Antony, Jiju. 2014. "*Design of Experiments for Engineers and Scientists*". London: Elsevier.

Bhushan, Rajesh Kumar. 2013. "*Optimization of Cutting Parameters for Minimizing Power Consumption and Maximizing Tool Life during Machining of Al Alloy SiC Particle Composites*" dalam *Journal of Cleaner Production* (hlm. 242-254). doi:10.1016/j.jclepro.2012.08.008

Montgomery, D. C., dkk. 1998. *Engineering Statistics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Mustaqim. 2016. "Pengaruh Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Material JIS G-3123 SS 41 Dengan Metode Taguchi". Jember: Universitas Muhammadiyah Jember.

Myers, Ramymond H. dkk. 2009. "*Response Surface Methodology*". Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.

Rizal, Muhammad dan T. Edisah Putra. 2007. "Simulasi Komputer untuk Memprediksi Besarnya Daya Pematangan pada Proses Pembubutan Silindris. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.

Stephenson, David A. dan John S. Agapiou. 2016. "*Metal Cutting Theory and Practice*". Boca Raton: CRC Press.

Sugioko, Andre. 2013. "Perbandingan Algoritma Bee Colony dengan Algoritma Bee Colony Tabu List dalam Penjadwalan Flow Shop" dalam *Jurnal Metris* (hlm 113-120). Jakarta: Universitas Katolik Atma Jaya.



       
Surrianingsih, Rabiah. 2013. "Aplikasi Central Composite Design Dalam Optimasi  
Permesinan Magnesium AZ31. Lampung: Universitas Lampung.

