

**HUBUNGAN KEMAMPUAN MATEMATIS, MEMBACA GAMBAR TEKNIK DAN
TEORI PEMESINAN TERHADAP KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC
SISWA KELAS XII JURUSAN TEKNIK PEMESINAN
SMK NEGERI 2 KLATEN**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh:
Sahrul
NIM11503241014

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2015**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**HUBUNGAN KEMAMPUAN MATEMATIS, MEMBACA GAMBAR TEKNIK DAN
TEORI PEMESIAN TERHADAP KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC
SISWA KELAS XII JURUSAN TEKNIK PEMESINAN
SMK NEGERI 2 KLATEN**

Disusun oleh:

Sahrul
NIM 11503241014

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

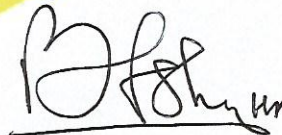
Yogyakarta, 15 September 2015

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin,

Disetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Wagiran
NIP. 19750627 200112 1 001



Bambang SHP., M.Pd.
NIP. 19571006 198812 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

HUBUNGAN KEMAMPUAN MATEMATIS, MEMBACA GAMBAR TEKNIK DAN TEORI PEMESINAN TERHADAP KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC SISWA KELAS XII JURUSAN TEKNIK PEMESINAN SMK NEGERI 2 KLATEN

Disusun oleh:

Sahrul
NIM 11503241014

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Pada tanggal, 20 November 2015

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan

Tanda Tangan

Tanggal

Bambang SHP., M.Pd.
Ketua Penguji/Pembimbing



11/12 2015

Dr. Wagiran
Sekretaris



12/12 2015

Dr. Dwi Rahdiyanto
Penguji



7/12 2015

Yogyakarta, Desember 2015

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Moch Bruri Triyono

NIP. 19560216 198603 1 003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sahrul

NIM : 11503241014

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Judul TAS : Hubungan Kemampuan Matematis, Membaca Gambar Teknik, Teori Pemesinan Terhadap Kemampuan Membuat Program CNC Siswa Kelas XII Jurusan Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 14 September 2015

Yang Menyatakan,

Sahrul
NIM. 11503241014

MOTTO

"Lakukan yang TERBAIK, kemudian BERDOA. Maka ALLAH yang akan mengurus sisanya."

Sahrul

... إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ ... ﴿١١﴾

"..... Sesungguhnya ALLAH tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri (QS. Ar-Ra'd

[13]: 11)

*"Pekerjaan hebat tidak dilakukan dengan kekuatan, tapi dengan **KETEKUNAN** dan **KEGIGIHAN**"*

Samuel Jhonson

HALAMAN PERSEMBAHAN

Seiring rasa syukur kepada Allah SWT, laporan Tugas Akhir Skripsi ini saya persembahkan kepada:

- Bapak (Sukardi) dan ibu (Sunatri) tercinta yang telah melimpahkan curahan kasih sayang, segala bentuk dukungan serta doanya yang diberikan selama kuliah. Tiada kata yang dapat menggambarkan betapa besar pengorbanan dan perjuangan yang kalian lakukan untukku. Hanya ucapan "terima kasih" yang tak akan dapat membalas segalanya.
- Kakak-kakakku (Sri Handayani, Sri Prihatin & Ambarsari) tercinta atas kasih sayang yang diberikan dan turut serta memberikan dukungan, semangat dan motivasi kepada saya.
- Koriyah Patmawati tercinta, yang selalu mendoakan, menemani dan menyemangati. Trima kasih juga karena selama ini sudah menjadi tempat berbagi keluh kesah, suka duka dan juga tempat mencurahkan unek-unek.
- Almamaterku, Universitas Negeri Yogyakarta

**HUBUNGAN KEMAMPUAN MATEMATIS, MEMBACA GAMBAR TEKNIK DAN
TEORI PEMESINAN TERHADAP KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC
SISWA KELAS XII JURUSAN TEKNIK PEMESINAN
SMK NEGERI 2 KLATEN**

Oleh:

Sahrul
NIM 11503241014

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) kemampuan matematis, membaca gambar teknik, teori pemesinan dan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten; (2) hubungan kemampuan matematis terhadap kemampuan membuat program CNC; (3) hubungan kemampuan membaca gambar teknik terhadap kemampuan membuat program CNC; (4) hubungan kemampuan teori pemesinan terhadap kemampuan membuat program CNC; dan (5) hubungan kemampuan matematis, membaca gambar teknik dan teori pemesinan secara bersama-sama terhadap kemampuan membuat program CNC.

Teknik pengumpulan data menggunakan metode dokumentasi, dokumen yang diambil yaitu berupa dokumen-dokumen transkrip nilai terkait semua variabel penelitian. Subyek/obyek penelitian, yaitu seluruh siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten sebanyak 62 siswa. Teknik analisis data menggunakan analisis korelasi *product moment*, korelasi ganda dan regresi ganda. Uji persyaratan analisis adalah normalitas, linieritas dan multikolinieritas.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) Nilai kemampuan matematis pada kategori tinggi, membaca gambar teknik pada kategori sedang, teori pemesinan pada kategori sedang dan membuat program CNC pada kategori sedang; (2) terdapat hubungan yang positif antara kemampuan matematis dengan kemampuan membuat program CNC, ($r_{x_1y} = 0,327$); (3) terdapat hubungan yang positif antara kemampuan membaca gambar teknik dengan kemampuan membuat program CNC, ($r_{x_2y} = 0,271$); (4) terdapat hubungan yang positif antara kemampuan teori pemesinan dengan kemampuan membuat program CNC, ($r_{x_3y} = 0,275$); (5) terdapat hubungan yang positif antara kemampuan matematis, membaca gambar teknik dan teori pemesinan dengan kemampuan membuat program CNC, ($R_{x_{123}y} = 0,434$) dan besarnya koefisien determinasi (*R Square*) sebesar 0,189, hal ini menunjukkan bahwa ketiga variabel bebas (prediktor) tersebut menentukan terhadap variabel terikat (kriterium) sebesar 18,9% sedangkan sisanya berasal dari faktor lain di luar penelitian. Sedangkan dari uji regresi linier berganda didapat persamaan regresi $Y = -32,273 + 4,518X_1 + 4,034X_2 + 0,423X_3$.

Kata kunci: matematis, gambar teknik, teori pemesinan, memprogram CNC

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi ini dalam rangka untuk memenuhi sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana pendidikan dengan judul **“HUBUNGAN KEMAMPUAN MATEMATIS, MEMBARA GAMBAR TEKNIK DAN TEORI PEMESINAN TERHADAP KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC SISWA KELAS XII JURUSAN TEKNIK PEMESINAN SMK NEGERI 2 KLATEN”** dapat disusun dengan lancar dan sesuai harapan.

Terselesainya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak, walaupun sekecil apapun. Oleh sebab itu, dengan tersusunnya Tugas Akhir Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Orang tua dan keluarga tercinta atas segala perhatian, doa dan dukungan yang diberikan.
2. Drs. Bambang Setiyo Hari P., M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi yang senantiasa memberikan semangat, dorongan, masukan dan bimbingannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
3. Dr. Moch Bruri Triyono, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Dr. Wagiran, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Mesin dan Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Drs. Bambang Eko Priyono; Drs. Anton Usmanto; Budi Rahardjo, S.Pd; Dra. Sri Hartini & Kristiana Widayati, S.Pd selaku guru pengampu mata pelajaran terkait di Jurusan Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten yang senantiasa memberikan masukan dan bimbingannya selama penulis melakukan observasi dan penelitian di SMK Negeri 2 Klaten.
6. Para guru dan staf SMK Negeri 2 Klaten yang telah membantu memperlancar pengambilan data selama proses penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
7. Teman-teman mahasiswa jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta angkatan 2011 khususnya kelas A yang turut

memberi motivasi, masukan dan telah berjuang bersama-sama selama kurang lebih 4 tahun ini.

8. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapat balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Yogyakarta, 14 September 2015
Penulis,

Sahrul
NIM. 11503241014



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Batasan Masalah	8
D. Rumusan Masalah	9
E. Tujuan Penelitian	10
F. Manfaat Penelitian	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA	13
A. Kajian Teori	13
1. Hakikat Belajar	13
2. Hakikat Mesin CNC	21
3. Hakikat Matematis	29
4. Hakikat Gambar Teknik	35
5. Hakikat Pemesinan	41
B. Kerangka Berpikir	54
C. Pengajuan Hipotesis	56
BAB III METODE PENELITIAN	58
A. Desain Penelitian	58
B. Tempat dan Waktu Penelitian	59
C. Variabel Penelitian	59
D. Definisi Operasional Variabel	60
E. Populasi Penelitian	62
F. Metode Pengumpulan Data	63
G. Analisis Soal Kemampuan Membuat Program CNC	64
H. Teknik Analisis Data	65
1. Analisis Data Deskriptif	65
2. Uji Persyaratan Analisis	65
3. Uji Hipotesis	67
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	71
A. Deskripsi Data	71
B. Pengujian Persyaratan Analisis	79
C. Pengujian Hipotesis	83

D. Pembahasan Hasil Penelitian	88
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	91
A. Kesimpulan	91
B. Implikasi Hasil Penelitian	92
C. Keterbatasan Penelitian	93
D. Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN	97

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pengetahuan Awal/Pendukung Kompetensi Pemrograman CNC	5
Gambar 2. Susunan Sumbu Ruang	26
Gambar 3. Pengukuran Sistem Inkremental	28
Gambar 4. Pengukuran Sistem Absolut	29
Gambar 5. Ketiga Cara Proyeksi	39
Gambar 6. Proyeksi Ortogonal	39
Gambar 7. Lambang Konfigurasi Permukaan	40
Gambar 8. Pencantuman Simbol-Simbol Pengerjaan Secara Lengkap ...	41
Gambar 9. Konstruksi Mesin Bubut dan Bagian-Bagiannya	43
Gambar 10. Pemakaian Berbagai Pahat Bubut	44
Gambar 11. Senter Mati/Tetap dan Senter Hidup/Putar	45
Gambar 12. Pencekam Benda Kerja	46
Gambar 13. Pembawa	46
Gambar 14. Penyangga Tetap dan Penyangga Jalan	47
Gambar 15. Bagian Utama Mesin Frais	49
Gambar 16. Salah Satu Bentuk Arbor	50
Gambar 17. Collets	51
Gambar 18. Ragum Busur	51
Gambar 19. Kepala Lepas	51
Gambar 20. Kepala Pembagi	52
Gambar 21. Meja Putar	52
Gambar 22. Paradigma Penelitian	60
Gambar 23. Histogram Distribusi Frekuensi Kemampuan Matematis	72

Gambar 24. Histogram Distribusi Frekuensi Kemampuan Membaca Gambar Teknik	74
Gambar 25. Histogram Distribusi Frekuensi Kemampuan Teori Pemesinan	76
Gambar 26. Histogram Distribusi Frekuensi Kemampuan Membuat Program CNC	78
Gambar 27. Grafik Uji Normalitas	81

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kisi-kisi Soal Kemampuan Membuat Program CNC	64
Tabel 2. Pedoman untuk Memberikan Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi	68
Tabel 3. Distribusi Frekuensi Kemampuan Matematis	72
Tabel 4. Klasifikasi Frekuensi Nilai Kemampuan Matematis	73
Tabel 5. Distribusi Frekuensi Kemampuan Membaca Gambar Teknik .	74
Tabel 6. Klasifikasi Frekuensi Nilai Kemampuan Membaca Gambar Teknik	75
Tabel 7. Distribusi Frekuensi Kemampuan Teori Pemesinan	76
Tabel 8. Klasifikasi Frekuensi Nilai Kemampuan Teori Pemesinan	77
Tabel 9. Distribusi Frekuensi Kemampuan Membuat Program CNC	78
Tabel 10. Klasifikasi Frekuensi Nilai Kemampuan Membuat Program CNC	79
Tabel 11. Hasil Uji Normalitas	80
Tabel 12. Ringkasan Hasil Uji Normalitas	81
Tabel 13. Ringkasan Hasil Uji Linieritas	82
Tabel 14. Hasil Uji Multikolinieritas	83
Tabel 15. Hasil Perhitungan Korelasi Kemampuan Matematis dengan Kemampuan Membuat Program CNC	83
Tabel 16. Hasil Perhitungan Korelasi Kemampuan Membaca Gambar Teknik dengan Kemampuan Membuat Program CNC	84
Tabel 17. Hasil Perhitungan Korelasi Kemampuan Teori Pemesinan dengan Kemampuan Membuat Program CNC	85
Tabel 18. Hasil Perhitungan Korelasi Kemampuan Matematis, Gambar Teknik dan Teori Pemesinan dengan Kemampuan Membuat Program CNC	86

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Rekapitulasi Skor Data Penelitian	98
Lampiran 2. Hasil Dokumentasi Variabel Terikat	101
Lampiran 3. Hasil Analisis Deskriptif Data	108
Lampiran 3. Uji Persyaratan Analisis	120
Lampiran 4. Hasil Uji Hipotesis	127
Lampiran 5. Surat-Surat Keterangan dan Perijinan	133
Lampiran 6. Kartu Bimbingan Tugas Akhir Skripsi	142

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di era globalisasi, semua negara di dunia dituntut bisa menyesuaikan dirinya dengan perubahan yang terjadi. Tidak dipungkiri Indonesia sebagai negara berkembang turut terkena imbasnya. Globalisasi membawa pengaruh besar dalam segala bidang, salah satunya adalah pendidikan di Indonesia. Pada era globalisasi, pendidikan mempunyai peranan penting yaitu menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas. Dalam proses pendidikan diperlukan suatu sistem untuk menghasilkan lulusan yang berkualitas sesuai dengan bidangnya.

Sekolah sebagai lembaga pendidikan formal harus benar-benar dapat memberikan bekal kepada generasi muda untuk menghadapi tuntutan dari perkembangan zaman yang semakin kompleks. Dalam pendidikan formal, disamping kemampuan guru dan kualitas interaksi antara guru dan siswa sebagai unsur penting yang tidak boleh diabaikan demi majunya kualitas pendidikan di Indonesia sekarang ini. Selain hal tersebut di atas bagi sekolah-sekolah kejuruan, salah satu hal yang tidak boleh diabaikan adalah sarana pembelajaran yang memadai adalah salah satu faktor penting yang dapat digunakan sebagai tolak ukur kualitas lembaga pendidikan tersebut. Hal ini penting guna memberikan kemampuan bagi siswanya sebagai bekal untuk memasuki dunia industri setelah lulus dari sekolah tersebut. Karena apabila lulusan mempunyai kemampuan seperti yang dibutuhkan oleh

industri maka lulusan sekolah kejuruan tersebut akan mudah untuk terserap ke dunia industri.

Sudjana (1998: 39) menyatakan bahwa hasil belajar yang dicapai oleh siswa dipengaruhi oleh dua faktor utama yakni faktor dalam diri siswa itu sendiri, misalnya kemampuan yang dimilikinya dan faktor lain berupa motivasi, sikap dan lain sebagainya. Sedangkan faktor yang datang dari luar diri siswa yakni lingkungan belajar. Salah satu lingkungan belajar yang paling dominan mempengaruhi hasil belajar siswa di sekolah adalah kualitas pembelajaran.

Salah satu faktor dari dalam diri siswa (internal) yang paling berpengaruh dalam kemajuan atau perkembangan siswa yaitu kesiapan dan semangat dari dalam diri siswa itu sendiri yang akan mendorong keinginan siswa untuk bisa menerima materi pembelajaran yang sedang diajarkan. Selain itu kemampuan siswa dalam memahami materi ajar juga tergantung dari kemampuan siswa dalam menguasai materi pelajaran lainnya. Hal ini dikemukakan oleh Hawadi (2001: 91), bahwa terdapat beberapa faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi prestasi belajar, salah satu faktor internal adalah menghubungkan materi yang baru dengan yang telah dipelajari dikarenakan materi-materi belajar jarang berdiri sendiri, untuk itu siswa perlu untuk mengulang sebentar materi yang telah dipelajari sebelumnya. Siswa perlu melihat adanya kaitan antara materi yang lama dengan materi yang baru.

Berdasarkan pengertian di atas dapat dijelaskan bahwa terdapat dua faktor yang dapat mempengaruhi hasil belajar siswa. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah faktor internal yang berasal dari dalam diri siswa dan

faktor eksternal yaitu faktor yang berasal dari luar diri siswa. Kemampuan siswa dalam menguasai suatu materi juga tergantung dari kemampuan siswa dalam menguasai materi lain, hal ini dikarenakan sering terdapat keterkaitan antara materi yang satu dengan yang lainnya. Hal ini mengakibatkan siswa harus menguasai suatu materi lainnya jika ingin menguasai suatu materi pembelajaran tertentu.

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebagai lembaga pendidikan dimaksudkan untuk mempersiapkan peserta didik dalam memasuki dunia kerja. SMK merupakan pendidikan kejuruan tingkat menengah di Indonesia yang dalam penyelenggaraannya dimaksudkan untuk mempersiapkan peserta didik guna memasuki dunia kerja sesuai dengan keahlian yang dimiliki, yaitu bidang tertentu yang dipelajari ketika proses pendidikan dan pelatihan di SMK.

SMK Negeri 2 Klaten adalah salah satu SMK Negeri yang ada di kabupaten Klaten. SMK Negeri 2 Klaten memiliki 8 program keahlian, yaitu :

1. Teknik Komputer dan Jaringan,
2. Teknik Kendaraan Ringan,
3. Teknik Pemesinan,
4. Teknik Audio Video,
5. Teknik Pengecoran Logam,
6. Teknik Konstruksi Bangunan,
7. Teknik Instalasi Tenaga Listrik,
8. Teknik Gambar Bangunan.

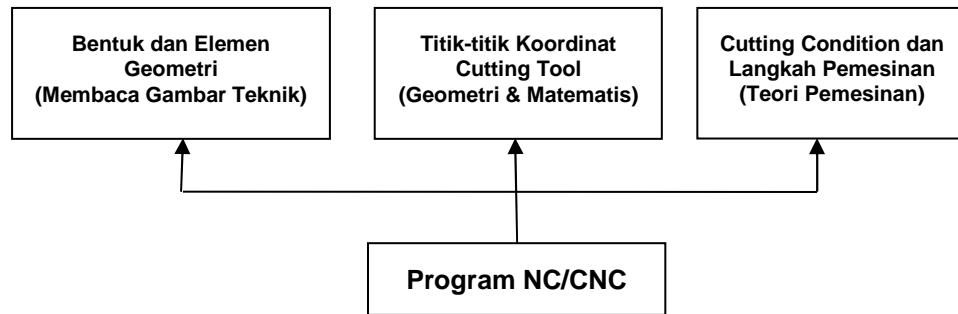
Kompetensi memprogram mesin NC/CNC merupakan salah satu kompetensi kejuruan yang ada dalam jurusan teknik Permesinan di SMK Negeri 2 Klaten. Kompetensi ini menuntut hasil yang baik, karena kompetensi memprogram mesin NC/CNC merupakan kompetensi yang wajib dikuasai oleh siswa SMK kompetensi keahlian Teknik Pemesinan. Dengan memahami kompetensi ini siswa diharapkan dapat membuat

program NC yang kemudian dapat diterapkan untuk mengoperasikan mesin CNC dalam pengerjaan benda kerja sederhana dalam kompetensi mengoperasikan mesin CNC.

Berdasarkan observasi yang dilakukan penulis dengan melakukan pengamatan selama kegiatan PPL di lokasi tersebut dan setelah melakukan *sharing* dengan guru pengampu kompetensi memprogram dan mengoperasikan mesin NC/CNC kelas XII di SMK Negeri 2 Klaten, diperoleh gambaran bahwa kompetensi memprogram mesin NC/CNC pada mata pelajaran kompetensi kejuruan teknik permesinan, kemampuan pelajar dalam memahami materi yang diajarkan yaitu tentang pemrograman mesin CNC terbilang kurang. Efektifitas pelajar dalam menyerap materi pembelajaran belum optimal, hal ini dapat dilihat dari hasil evaluasi pembelajaran dari sebagian besar siswa masih di bawah KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal). Menurut pengakuan beberapa siswa, siswa cenderung kesulitan untuk memahami materi terkait pemrograman mesin CNC.

Untuk dapat membuat program mesin CNC terdapat beberapa sub kompetensi (kemampuan awal) yang perlu dimiliki oleh siswa. Seperti diketahui bahwa di dalam program NC terdapat sejumlah data, yaitu: bentuk dan elemen geometri yang ditunjukkan dengan gambar kerja, data kondisi pemotongan (*cutting condition*) dan urutan langkah pemesinan (lihat Gambar 1). Kemampuan membaca gambar teknik ini perlu dikuasai oleh siswa dikarenakan gambar teknik merupakan alat yang digunakan oleh seorang perancang untuk menyampaikan informasi atau idenya kepada orang terkait dalam proses produksi. Tanpa pengetahuan yang cukup mengenai gambar teknik siswa akan kesulitan dalam memahami benda kerja seperti apa yang

hendak dikerjakan. Seperti diketahui dalam gambar kerja memuat bentuk dan elemen geometri dari benda kerja yang akan dikerjakan, sehingga tanpa memahami gambar kerja siswa akan kesulitan dalam menentukan titik-titik yang dilalui pahat dalam proses pemesinannya, kemudian siswa akan kesulitan untuk membuat program NC-nya.



Gambar 1. Pengetahuan Awal/Pendukung Kompetensi Pemrograman CNC

Kemampuan selanjutnya yang perlu dikuasai siswa adalah kemampuan matematis dan geometri. Menurut Gibbs & Crandell (1991: 9-2), Kemampuan matematika seorang teknisi merupakan bidang keahlian ketiga yang harus dipertimbangkan. Dalam pemrograman *part*, kemampuan matematika sangat dibutuhkan dalam perhitungan yang berkaitan dengan kecepatan dan pemakanan, perhitungan juga dibutuhkan pada penentuan titik-titik interseksi profil, pusat busur dan lain sebagainya. Hal ini dikarenakan dalam metode kerjanya, mesin CNC ini pergerakannya dikontrol menggunakan komputer dengan menggunakan bahasa numerik. Dalam setiap gerakannya, mesin CNC ini digambarkan sebagai suatu koordinat untuk suatu titik yang akan dituju dalam setiap gerakannya. Dimana titik-titik koordinat tersebut menggunakan metode koordinat kartesian sehingga siswa juga diharuskan menguasai kemampuan membaca geometri. Tanpa menguasai kemampuan membaca koordinat kartesian ini siswa akan

kesulitan untuk membuat program mesin CNC. Kemampuan ini akan sangat membantu siswa dalam memahami letak dari titik-titik pergerakan mesin CNC. Sedangkan kemampuan matematis siswa akan sangat membantu siswa dalam perhitungan geometri benda kerja atau titik-titik pergerakan mesin CNC yang tidak ditampilkan dalam gambar kerja.

Selanjutnya, siswa juga perlu menguasai materi teori pemesinan. Pada pembuatan program mesin CNC ini teori pemesinan sangat berhubungan dengan penentuan besarnya pemakanan (*feeding*), kecepatan potong (*cutting speed*) dan kecepatan putar spindel utama pada program mesin CNC tersebut dan juga metode kerja dari mesin CNC tersebut. Hal ini perlu dikuasai siswa agar siswa dapat menentukan besarnya *feeding* dan kecepatan putaran mesin yang aman untuk digunakan. Dengan menguasai teori pemesinan akan sangat membantu siswa dalam pemrograman mesin CNC, salah satu contoh adalah siswa akan dapat menentukan dengan baik bagaimana langkah pengerjaan dari proses pengerjaan benda kerja sehingga proses pengerjaan dapat berjalan lancar dan lebih efisien. Variabel kemampuan teori pemesinan dalam laporan ini diukur dengan hasil ujian dari teori kejuruan teknik pemesinan yang didalamnya terdapat materi-materi tentang teori pemesinan dan pengetahuan dasar tentang mesin-mesin perkakas termasuk mesin bubut dan frais. Sehingga dengan menguasai materi ini, akan memungkinkan siswa untuk dapat berpikir logis tentang langkah-langkah pengerjaan suatu benda kerja dengan mesin NC/CNC, baik untuk mesin CNC 2A maupun CNC 3A.

Robbins (2008: 57) mengungkapkan bahwa kemampuan (*ability*) berarti kapasitas seorang individu untuk melakukan beragam tugas dalam suatu

pekerjaan, dan setiap kemampuan dari masing-masing individu berbeda-beda. Berdasarkan pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan siswa dalam berbagai bidang tersebut pastinya berbeda-beda sehingga akan sangat berpengaruh juga pada kemampuan siswa untuk melakukan suatu pekerjaan tertentu. Perbedaan kemampuan siswa dalam berbagai kompetensi tersebut dapat dipengaruhi atau dibentuk dengan proses belajar, sedangkan keberhasilan proses belajar siswa dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kemampuan awal siswa, potensi siswa terkait kecerdasan dan gaya pembelajaran yang digunakan, motivasi siswa, lingkungan belajar siswa dan lain sebagainya. Pada masing-masing siswa pastinya mendapatkan pengaruh yang berbeda terkait faktor-faktor tersebut sehingga menyebabkan perbedaan hasil belajar pada tiap-tiap siswa.

Berdasarkan permasalahan maka peneliti akan melakukan penelitian yang berjudul **“HUBUNGAN KEMAMPUAN MATEMATIS, MEMBACA GAMBAR TEKNIK DAN TEORI PEMESINAN TERHADAP KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC SISWA KELAS XII JURUSAN TEKNIK PEMESINAN SMK NEGERI 2 KLATEN”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang di atas dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Hasil belajar siswa dalam kompetensi memprogram mesin CNC belum sesuai dengan yang diharapkan.
2. Kemampuan awal siswa yang berpengaruh terhadap hasil belajar yang dicapai siswa.

3. Potensi diri siswa terkait kecerdasan dan gaya belajar siswa yang berpengaruh terhadap hasil belajar yang dicapai siswa.
4. Kurangnya motivasi dan semangat siswa untuk belajar dapat mempengaruhi kemampuan siswa dalam menguasai materi pelajaran.
5. Terdapat faktor lingkungan atau faktor dari luar diri siswa termasuk guru, teman dan sarana belajar siswa yang berpengaruh terhadap hasil belajar yang dicapai siswa.
6. Kemampuan siswa dalam menghubungkan materi pelajaran yang lama dengan yang baru atau yang sedang dipelajari dapat mempengaruhi hasil belajar siswa.
7. Kurangnya kemampuan siswa memahami materi lainnya sehingga berpengaruh pada kemampuan siswa dalam memahami tentang pemrograman mesin CNC.
8. Kurangnya kemampuan matematis siswa sehingga siswa kesulitan dalam membuat program mesin CNC.
9. Kurangnya kemampuan membaca gambar teknik siswa sehingga siswa kesulitan dalam membuat program CNC.
10. Kurangnya kemampuan siswa dalam memahami teori pemesinan sehingga siswa kesulitan dalam menentukan *feeding* dan kecepatan putar mesin dalam pembuatan program CNC.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah di atas, maka perlu diadakan pembatasan masalah. Hal ini bertujuan untuk memperjelas masalah yang akan diteliti agar lebih terfokus mengingat banyaknya masalah yang ditemukan. Penelitian ini akan menitik beratkan

pada tiga faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan siswa dalam membuat program mesin CNC yaitu kemampuan matematis siswa, kemampuan membaca gambar teknik dan kemampuan siswa dalam teori pemesinan. Faktor-faktor tersebut diprediksi mempunyai kontribusi besar yang berpengaruh pada kemampuan siswa kelas XII jurusan Teknik Pemesinan SMK N 2 Klaten dalam membuat program CNC.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah penelitian di atas, maka rumusan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kemampuan matematis, membaca gambar teknik, teori pemesinan dan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten?
2. Adakah hubungan kemampuan matematis terhadap kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten?
3. Adakah hubungan kemampuan membaca gambar teknik terhadap kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten?
4. Adakah hubungan kemampuan teori pemesinan terhadap kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten?
5. Adakah hubungan kemampuan matematis, membaca gambar teknik dan teori pemesinan terhadap kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan diadakannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui bagaimana kemampuan matematis, membaca gambar teknik, teori pemesinan dan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten?
2. Mengetahui adakah hubungan kemampuan matematis terhadap kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten?
3. Mengetahui adakah hubungan kemampuan membaca gambar teknik terhadap kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten?
4. Mengetahui adakah hubungan kemampuan teori pemesinan terhadap kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten?
5. Mengetahui adakah hubungan kemampuan matematis, membaca gambar teknik dan teori pemesinan terhadap kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten?

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sehingga dapat digunakan sebagai salah satu langkah memajukan dunia pendidikan. Adapun manfaat secara teoritis maupun praktis dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Secara teoritis

- a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan dan wawasan dalam hal pemrograman mesin CNC, kemampuan matematis, teori pemesinan dan membaca gambar teknik.
- b. Hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan referensi untuk penelitian sejenis pada masa depan dan sebagai informasi bagi penelitian selanjutnya.

2. Secara praktis

a. Bagi peneliti

Untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta dan dapat menambah pengetahuan terkait dengan tugas kependidikan.

b. Bagi SMK Negeri 2 Klaten

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan acuan guna meningkatkan kemampuan membuat program CNC dengan memperhatikan berbagai faktor yang dapat berpengaruh, sebagai gambaran untuk meningkatkan prestasi belajar pada mata diklat kompetensi kejuruan teknik pemesinan dan sebagai acuan guna meningkatkan kemampuan siswa dalam membuat program CNC yang benar.

c. Bagi guru/tenaga pengajar

Hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan acuan untuk lebih memperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi dan meningkatkan kemampuan siswa dalam pemrograman mesin CNC

serta dapat menanamkan atau memacu faktor tersebut sehingga dapat meningkatkan prestasi belajar siswa.

d. Bagi Universitas Negeri Yogyakarta

Menambah koleksi perpustakaan yang diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan bacaan bagi mahasiswa ataupun pihak lain yang berkepentingan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Hakikat Belajar

a. Pengertian Belajar

Menurut Tim Pengembang MKDP (2012), menyimpulkan bahwa belajar adalah aktifitas yang disengaja dan dilakukan oleh individu agar terjadi perubahan kemampuan diri, dengan belajar anak yang tadinya tidak mampu melakukan sesuatu menjadi mampu melakukan sesuatu, atau anak yang tadinya tidak terampil menjadi terampil.

Sejalan dengan pengertian di atas Arif Sadiman dalam Tim Pengembang MKDP (2012: 125), menyatakan belajar adalah suatu proses yang kompleks yang terjadi pada semua orang dan berlangsung seumur hidup, sejak dia masih bayi hingga ke liang lahat. Sedangkan Hakim (2005: 1), menyatakan bahwa belajar adalah suatu proses perubahan di dalam kepribadian manusia, dan perubahan tersebut ditampakkan dalam bentuk peningkatan kualitas dan kuantitas tingkah laku seperti peningkatan kecakapan, pengetahuan, sikap, kebiasaan, pemahaman, keterampilan, daya pikir, dan kemampuan lain. Sehingga jika di dalam suatu proses belajar seseorang tidak mendapatkan suatu peningkatan kualitas dan kuantitas kemampuan, dapat dikatakan orang tersebut sebenarnya belum mengalami proses belajar atau dengan kata lain ia mengalami kegagalan di dalam proses belajar.

Belajar menurut Gagne (1984) dalam Tim Pengembang MKDP (2012: 125), adalah suatu proses dimana suatu organisme berubah perilakunya sebagai akibat pengalaman. Dari pengertian tersebut terdapat tiga unsur pokok dalam belajar, yaitu:

- (1) proses, yaitu belajar adalah proses mental dan emosional atau proses berpikir dan merasakan.
- (2) perubahan perilaku, yaitu merupakan hasil belajar akan tampak pada perubahan perilaku individu yang belajar.
- (3) pengalaman, belajar adalah mengalami, dalam arti bahwa belajar terjadi karena individu berinteraksi dengan lingkungan, baik lingkungan fisik maupun lingkungan sosial.

Sunaryo (2004: 164) menjelaskan tentang kegiatan belajar, bahwa dalam kegiatan belajar melibatkan aspek *fisiologis* atau struktur yaitu otak dan aspek *psikologis* atau fungsi (berpikir). Dampak dari setiap perubahan belajar adalah terjadi perubahan dalam aspek *fisiologis* dan *psikologis*. Perubahan dalam aspek *fisiologis* misalnya dapat berjalan, berlari, dan mengendarai kendaraan, sedangkan dalam aspek *psikologis* berupa diperolehnya pemahaman, pengertian tentang apa yang dipelajari, seperti pemahaman dan pengertian tentang ilmu pengetahuan, nilai-nilai yang berlaku di masyarakat.

Mayer (2009: 18-21), menyatakan bahwa terdapat dua pandangan yang kontras terkait belajar, yang pertama adalah belajar sebagai akuisisi informasi, pembelajaran itu melibatkan penambahan informasi pada memori seseorang. Pembelajaran itu didasarkan pada informasi yaitu suatu item objektif yang dipindahkan dari satu tempat ke tempat lainnya (ke otak manusia). Sedangkan yang kedua adalah belajar sebagai konstruksi pengetahuan, bahwa belajar adalah aktivitas *sense-making* atau penalaran masuk akal yaitu berusaha

membangun representasi mental yang koheren dari materi yang disajikan. Menurut pandangan ini, pengetahuan selalu terkonstruksi secara personal oleh masing-masing orang dan tidak bisa dikirim dalam bentuk tertentu/pasti dari satu otak ke otak lain, maka masing-masing orang bisa mendapatkan hasil pembelajaran yang berbeda. Murid adalah pihak aktif yang mencari pemahaman; yang mengindra presentasi multimedia dan mencoba menata lalu memadukan materi-materi yang disajikan itu ke dalam representasi mental yang koheren dengan bimbingan dari guru dalam proses pemahaman/penalarannya. Tujuan dari pembelajaran ini tidak hanya untuk menyajikan informasi tetapi juga memberikan bimbingan bagaimana memproses informasi yang disajikan. Yakni, menentukan apa yang harus diberi perhatian, bagaimana secara mental mengenalinya, dan bagaimana menghubungkannya dengan pengetahuan-pengetahuan terdahulu.

Mayer (2009: 77), menambahkan bahwa terdapat tiga proses kognitif yang dilibatkan dalam pembelajaran aktif yaitu: memilih materi yang relevan terjadi saat murid memberikan perhatian pada kata-kata dan gambar yang memadai pada materi tersaji. Selanjutnya, menata materi yang telah terpilih dengan cara membangun hubungan struktural diantara unsur-unsur. Kemudian memadukan materi terpilih dengan pengetahuan yang sudah ada bisa meliputi: membangun hubungan antara materi yang masuk itu dengan bagian yang relevan dari pengetahuan yang sudah ada sebelumnya.

Berdasarkan pengertian-pengertian di atas maka dapat disimpulkan bahwa belajar adalah serangkaian kegiatan oleh individu yang dilakukan secara sengaja dimana dalam pembelajaran tersebut tidak hanya bertujuan untuk menyajikan informasi tetapi juga memberikan bimbingan bagaimana memproses informasi yang disajikan, diantaranya menentukan apa yang harus diberi perhatian, bagaimana secara mental mengenalinya, dan bagaimana menghubungkannya dengan pengetahuan-pengetahuan terdahulu. Kemudian setelah serangkaian kegiatan tersebut akan mengakibatkan perubahan tingkah laku yang relatif permanen pada individu seperti peningkatan kecakapan, pengetahuan, sikap, pemahaman, keterampilan dan lain sebagainya.

b. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Belajar

Slameto (2013: 54) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi belajar banyak jenisnya, akan tetapi dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu faktor *intern* dan faktor *ekstern*. Faktor *intern* adalah faktor yang berasal dari dalam diri individu, sedangkan faktor *ekstern* adalah faktor yang ada di luar individu.

1) Faktor *intern*

Faktor *intern* dibagi menjadi tiga faktor, yaitu: faktor jasmaniah, faktor psikologis dan faktor kelelahan.

- a) Faktor jasmaniah meliputi faktor kesehatan dan cacat tubuh.
- b) Faktor psikologis

Menurut Slameto (2013: 55) terdapat tujuh faktor yang tergolong ke dalam faktor psikologis, yaitu:

(1) Inteligensi

Inteligensi adalah kecakapan yang terdiri dari tiga jenis yaitu kecakapan untuk menghadapi dan menyesuaikan ke dalam situasi yang baru dengan cepat dan efektif, mengetahui/menggunakan konsep-konsep yang abstrak secara efektif, mengetahui relasi dan mempelajari dengan cepat (Slameto, 2013:56).

(2) Perhatian

Menurut Ghazali dalam Slameto (2013:56), perhatian adalah keaktifan jiwa yang dipertinggi, jiwa itupun semata-mata tertuju kepada suatu objek (benda/hal) atau sekumpulan objek.

(3) Minat

Minat adalah kecenderungan yang tetap untuk memperhatikan dan mengenang beberapa kegiatan (Slameto, 2013: 57).

(4) Bakat

Slameto (2013: 57) menyatakan bahwa bakat adalah kemampuan untuk belajar. Kemampuan itu baru akan terealisasi menjadi kecakapan yang nyata sesudah belajar atau berlatih.

(5) Motif

Motif erat sekali hubungannya dengan tujuan yang akan dicapai. Di dalam menentukan tujuan itu dapat disadari atau tidak, akan tetapi untuk mencapai tujuan itu perlu

berbuat, sedangkan yang menyebabkan berbuat adalah motif itu sendiri sebagai daya penggerak/pendorongnya (Slameto, 2013: 58).

(6) Kematangan

Kematangan adalah suatu tingkat/frase dalam pertumbuhan seseorang, di mana alat-alat tubuhnya sudah siap untuk melaksanakan kecakapan baru (Slameto, 2013: 58).

(7) Kesiapan

Kesiapan adalah kesediaan untuk memberi respon atau bereaksi. Kesediaan itu timbul dari dalam diri seseorang dan juga berhubungan dengan kematangan, karena kematangan berarti kesiapan untuk melakukan kecakapan.

c) Faktor kelelahan

Slameto (2013) menyatakan bahwa kelelahan dibedakan menjadi dua macam, yaitu kelelahan jasmani dan kelelahan rohani (bersifat psikis). Kelelahan jasmani terlihat dengan lemah lunglainya tubuh dan timbul kecenderungan untuk membaringkan tubuh. Sedangkan kelelahan rohani dapat dilihat dengan adanya kelesuan dan kebosanan, sehingga minat dan dorongan untuk menghasilkan sesuatu hilang.

2) Faktor *ekstern*

Slameto (2013: 60) mengelompokkan faktor faktor eksternal yang berpengaruh terhadap belajar menjadi 3 faktor, yaitu: faktor keluarga, faktor sekolah dan faktor masyarakat.

Menurut Sukmadinata (2005: 162-165), faktor-faktor yang mempengaruhi belajar itu terdiri dari dua faktor yaitu:

- 1) Faktor-faktor dari dalam individu
 - a) Aspek jasmaniah mencakup kondisi dan kesehatan jasmani seperti kelengkapan dan kesehatan indera penglihatan, pendengaran, perabaan, penciuman dan pengecapan.
 - b) Aspek psikis atau rohani yaitu mencakup kesehatan psikis, kemampuan-kemampuan intelektual, sosial, psikomotor serta kondisi efektif dan kognitif dari individu.
- 2) Faktor-faktor dari luar individu
 - a) Lingkungan keluarga mencakup keadaan rumah dan ruangan tempat belajar, sarana dan prasarana belajar yang ada, suasana dalam rumah dan suasana di lingkungan sekitar rumah, keutuhan keluarga, iklim psikologis, iklim belajar dan hubungan anggota keluarga.
 - b) Lingkungan sekolah mencakup sarana dan prasarana belajar, sumber-sumber belajar, media belajar, suasana sekolah dan pelaksanaan belajar mengajar, hubungan siswa dengan teman-temannya, guru-gurunya serta staf sekolah yang lain.
 - c) Lingkungan masyarakat mencakup dimana siswa atau individu berada juga berpengaruh terhadap semangat dan aktivitas belajarnya.

c. Faktor Kesiapan

Menurut Slameto (2013: 113), Kesiapan adalah keseluruhan kondisi seseorang yang membuat siap untuk memberi respon atau

jawaban di dalam cara tertentu terhadap suatu situasi. Penyesuaian kondisi pada suatu saat akan berpengaruh pada atau kecenderungan untuk memberi respon. Salah satu kondisi tersebut adalah keterampilan, pengetahuan dan pengertian yang lain yang telah dipelajari.

Slameto (2013: 115), mengungkapkan bahwa ada beberapa prinsip dan aspek kesiapan. Prinsip-prinsip kesiapan antara lain:

- 1) Semua aspek perkembangan berinteraksi (saling mempengaruhi).
- 2) Kematangan jasmani dan rohani adalah perlu untuk memperoleh manfaat dari pengalaman.
- 3) Pengalaman-pengalaman mempunyai pengaruh yang positif terhadap kesiapan.
- 4) Kesiapan dasar untuk membentuk dan terbentuknya dalam periode tertentu selama masa pembentukan dan perkembangan.

Ada beberapa aspek kesiapan diantaranya (Slameto, 2013: 115-116):

- 1) Kematangan (*maturation*)
Kematangan adalah proses yang dapat menimbulkan perubahan tingkah laku sebagai akibat dari pertumbuhan dan perkembangan.
- 2) Kecerdasan
Menurut J. Piaget dalam Slameto, perkembangan kecerdasan adalah sebagai berikut:
 - a) Sensor motor period (0-2 tahun)
 - b) Preoperasional period (2-7 tahun)
 - c) Concrete operation (7-11 tahun)
 - d) Formal operational (lebih dari 11 tahun)
Kecakapan anak tidak lagi terbatas pada objek yang konkret serta:
 - (1) Dapat memandang kemungkinan-kemungkinan yang ada melalui pemikiran.
 - (2) Dapat mengoordinasikan situasi atau masalah.
 - (3) Dapat berfikir dengan logis, mengenai hubungan sebab-akibat, memecahkan masalah, dan berfikir secara ilmiah.

2. Hakikat Mesin CNC

a. Pengertian Mesin CNC

NC adalah singkatan dari *Numerically Controlled*, sedangkan CNC adalah singkatan dari *Computer Numerically Controlled*. Mesin NC/CNC adalah suatu mesin atau perangkat mesin yang dikendalikan oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik. Bahasa numerik adalah perintah-perintah dalam bentuk kode huruf dan angka yang telah distandardisasikan (Emrizal, 2007: 3).

Sedangkan pengertian mesin CNC menurut Yogaswara (1999: 48), adalah suatu mesin perkakas (bubut atau frais) dengan teknik pengoperasian secara otomatis melalui instruksi-instruksi *numerical* yang dinyatakan dalam suatu bentuk kode/pemrograman.

Darmanto (2007: 7) menyebutkan beberapa definisi tentang mesin CNC diantaranya sebagai berikut:

- 1) **Masukan data (*Data Input*)**
Suatu mesin untuk memasukkan angka dan huruf.
- 2) **Pemrosesan Data (*Data Processing*)**
Suatu mesin yang memahami data, memroses, dan menghitungnya.
- 3) **Keluaran Data/Pelaksanaan (*Execution*)**
Suatu mesin untuk meneruskan data dan mengolahnya menjadi harga terhitung, dan mengubahnya dalam bentuk perintah-perintah.
- 4) **Suatu mesin yang mengikuti instruksi.** (Darmanto, 2007: 7).

Sedangkan perbedaan antara kontrol numerik (NC) dengan *Computerized numerical* (CNC) dijelaskan oleh Gibbs & Crandell (1993: bab 1-1), bahwa kontrol numerik atau pengaturan numerik (*numerical control* : NC) adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan kontrol gerak mesin dan berbagai fungsi lainnya yang menggunakan instruksi yang dinyatakan dalam satu seri bilangan dan

dikendalikan oleh sistem kontrol elektronika. Istilah *Computerized numerical* (CNC) digunakan bila sistem kontrol memakai kontrol internal. Komputer internal memungkinkan penyimpanan program tambahan, penyuntingan program, penjalanan program dari memori, diagnostik kontrol dan pemeriksaan mesin, pekerjaan rutin-rutin atau khusus, dan kemampuan perubahan skala inci/metrik/absolute.

Dari pengertian-pengertian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa mesin CNC (*Computerized Numerical Control*) adalah mesin yang dikendalikan atau dikontrol oleh program NC (*numerical control*) yang berupa kode atau bahasa numerik yang ditampilkan pada layar komputer. Kode numerik ini merupakan kode yang sudah ditetapkan dan dipahami oleh mesin, sehingga ketika kita memasukkan perintah dengan kode-kode tersebut ke dalam komputer maka selanjutnya mesin akan membaca kode-kode numerik tersebut dan kemudian mesin tersebut akan mengaplikasikan kode-kode numerik tersebut menjadi gerak mesin diantaranya: pengendalian gerak poros utama, pemilihan pahat, menggerakkan pahat, mengontrol masukan pendingin dan sebagainya.

Menurut Emrizal (2007: 4), mesin bubut CNC terdiri atas 3 bagian dan ini juga berlaku pada mesin frais CNC. Bagian-bagian tersebut adalah:

- 1) Bagian Mekanik
Bagian mekanik yaitu merupakan bagian yang dikendalikan dengan gerakan secara mekanik.
- 2) Bagian Kontrol/pengendali
Bagian kontrol yaitu berupa boks/panel pengendali mesin CNC yang berisikan tombol-tombol dan saklar yang dapat mengontrol jalannya pergerakan mesin.

3) Bagian Tampilan Program

Tampilan program berfungsi untuk menyajikan data program pengoperasian CNC, baik secara manual maupun terprogram (CNC).

b. Program Mesin CNC

Hollebrandse (1993: Bab 6-1) menjelaskan tentang pemrograman mesin CNC, bahwa pemrograman mesin CNC merupakan bagian persiapan pekerjaan dan meliputi lebih dari pada pengetahuan bahasa mesinnya sendiri.

Memprogram adalah menetapkan dalam kode dari posisi perkakas itu terhadap benda kerjanya, dimana diperhitungkan dengan aspek-aspek teknologi dari hasil pekerjaan dan kemungkinan-kemungkinannya dari mesin perkakas dan benda kerja itu (Hollebrandse, 1993: Bab 6-1).

Sedangkan Gibbs & Crandell (1993: Bab 8-1), menjelaskan pemrograman CNC dengan istilah program *part*, yaitu bahwa program *part* digunakan untuk menjelaskan suatu set instruksi yang bila dimasukkan ke dalam unit kontrol mesin, akan menyebabkan mesin berfungsi dengan cara yang diperlukan untuk menghasilkan komponen atau *part* tertentu.

Hal yang harus disertakan dalam program *part* adalah data dimensi yang diperlukan yang berkaitan dengan bentuk komponen itu sendiri, bersama dengan data kontrol yang membuat mesin melakukan gerak geser yang diperlukan untuk menghasilkan komponen. Data ini akan dilengkapi dengan data instruksi yang akan mengaktifkan dan mengontrol fungsi-fungsi dukungan yang sesuai (Gibbs & Crandell, 1993: Bab 8-1).

Berdasarkan beberapa pengertian diatas dapat dijelaskan bahwa pemrograman mesin CNC adalah merupakan bagian dari persiapan

pekerjaan dengan mesin CNC, yaitu berupa penyusunan suatu set instruksi yang berupa kode-kode dari posisi perkakas itu terhadap benda kerja yang apabila dimasukkan ke dalam unit kontrol mesin akan menyebabkan mesin berfungsi yang kemudian akan menghasilkan suatu komponen atau *part* tertentu.

Sedangkan dalam penulisan/penyusunan program NC untuk suatu benda kerja akan berhubungan dengan petunjuk-petunjuk benda kerja yang bersangkutan yang ditetapkan dalam gambar kerja, metode-metode pengerjaan yang berhubungan dengan mesin dan peralatan/perlengkapan mesin dan juga perencanaan dan harga-pokok produksi. Sehingga seorang *programer* harus mempunyai pengetahuan yang mendasar dan pengertian yang berhubungan dengan:

- 1) Gambar-gambar kerja
- 2) Urutan-urutan pengerjaan
- 3) Pengertian teknologi berbagai metode-metode produksi, seperti membubut, mengefrais, mengelap, melubang dan sebagainya
- 4) Teknik pemasangan/pemuatan benda kerja dan piranti (Hollebrandse, 1993: bab 6-1).

Terdapat beberapa hal penting terkait dengan program mesin CNC, yaitu diantaranya sebagai berikut:

1) Perintah Pendahuluan

Gibbs & Crandell (1993: Bab 6-1), menjelaskan tentang perintah pendahuluan dengan fungsi persiapan (*preparatory*), yaitu digunakan untuk menginformasikan unit kontrol mesin akan fasilitas yang diperlukan untuk pengerjaan dengan mesin yang dilaksanakan. Sebagai contoh, unit kontrol perlu tahu apakah gerakan sumbu yang dinyatakan secara dimensional di dalam

program dibuat dalam unit inci atau metrik, dan apakah batang-putar berputar menurut arah atau berlawanan arah jarum jam. Setiap fungsi yang diidentifikasi oleh alamat huruf G diikuti dengan dua digit. Sehingga fungsi-fungsi persiapan umumnya disebut dengan "G codes".

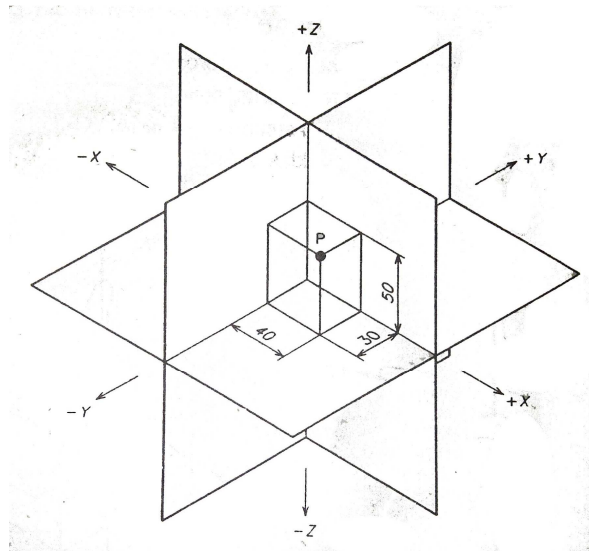
2) Data Geometri Benda Kerja

Menurut Darmanto (2007: 15), prinsip kerja mesin CNC milling menggunakan sistem persumbuan dengan dasar sistem koordinat kartesius. Hal ini juga berlaku untuk semua pekerjaan pada mesin CNC.

Suatu susunan sumbu-sumbu tegaklurus (kartesians) adalah sebuah susunan sumbu-sumbu dimana sumbu-sumbu satu sama lain tegak lurus. Dengan susunan sumbu-sumbu tegak lurus itu kita dapat pula menetapkan posisi tersebut dalam ruangan secara ilmu-pasti. Kita batasi terlebih dahulu sampai bidang datar dengan dua buah sumbu yang satu sama lain tegak lurus X dan Y. sumbu-sumbu X dan Y itu saling memotong pada titik berangkatnya atau titik nol. Kedua sumbu bidang X dan Y membagi bidang itu dalam empat buah sektor, disebut kuadran (Hollebrands, 1993: Bab 3-1).

Untuk menentukan lokasi di dalam ruangan kita menggunakan sumbu ketiga, yakni sumbu Z, yang titik awalnya juga tegak lurus pada bidang XY-nya. Sekarang kita mempunyai susunan tiga buah bidang, yakni bidang XY, XZ dan YZ (Hollebrands, 1993:

Bab 3-2). Koordinat-koordinat X,Y dan Z pada gambar di bawah adalah (40, -30, 50).



Gambar 2. Susunan Sumbu Ruang (Hollebrands, 1993: bab 3-3)

3) Data Parameter Pemesinan

Menurut Gibbs & Crandell (1993: 7-1), dalam menentukan operasi pemotongan metal, cukup sulit untuk menentukan data secara akurat. Namun disini seorang programer dituntut untuk membuat entri program yang baik agar mesin CNC dapat berfungsi dengan baik. Terdapat faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan besarnya kecepatan putar mesin dan pemakanan yang sesuai, diantaranya kondisi mesin, daya yang tersedia, pemegangan benda kerja (work-holding), volume metal yang dipotong, pengerjaan akhir permukaan yang diperlukan dan jenis pendingin yang digunakan.

Terdapat beberapa parameter pemesinan yang perlu ditentukan oleh seorang programer dalam pembuatan program mesin CNC, diantaranya sebagai berikut:

- a) Kecepatan pemotongan (*cuttung speed*)
- b) Kecepatan putaran mesin
- c) Kecepatan pemakanan (*feeding*)

4) Data Tools

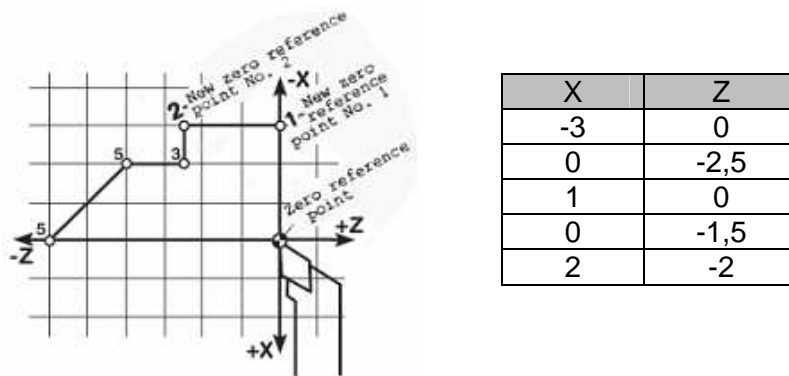
Menurut Gibbs & Crandell (1993: 3-31), menyatakan bahwa dasar dari kontrol komputer secara numerik adalah gerak geser mesin dalam jarak tertentu yang berhubungan dengan datum (titik referensi) yang ditentukan sebelumnya. Akan tetapi dalam sebagian besar operasi mesin menggunakan lebih dari satu piranti (*tool*) yang memiliki panjang dan diameter yang bervariasi. Ini berarti apabila sisi pemotong dari salah satu piranti diset ke titik referensi yang ada hubungannya dengan gerak geser, piranti yang memiliki dimensi yang berbeda dengan piranti set tidak akan memulai pergerakannya dari datum yang sama, maka diperlukan adanya kompensasi dalam gerak geser untuk menyesuaikan dengan variasi dimensi piranti. Kompensasi ini disebut sebagai penyeimbangan piranti (*tool offset*), dan fasilitas *offset*. Sekali penyeimbangan dibuat, gerak geser secara otomatis disesuaikan keperluan selama program dijalankan.

Dengan adanya penyeimbangan panjang piranti (*tool length offset*) pada mesin, pemrograman untuk berbagai panjang piranti dapat diabaikan dan pada penulisan program diasumsikan bahwa gerakan untuk semua piranti dimulai dari datum nol sumbu Z (Gibbs & Crandell, 1993: 3-33).

c. Sistem Pemrograman CNC

1) Pemrograman Sistem Inkremental

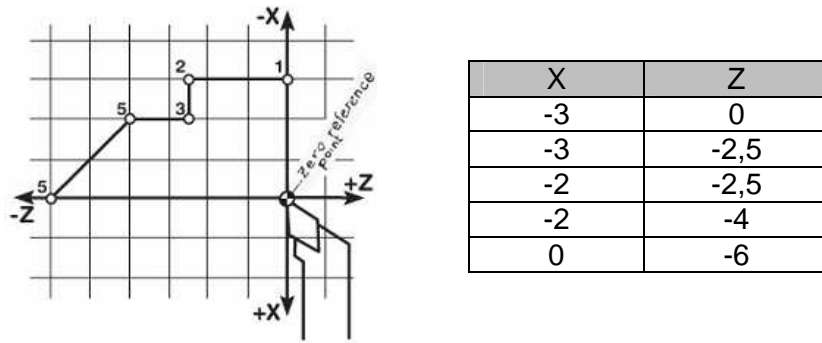
Menurut Purwoko (2015), pemrograman sistem inkremental adalah sistem pemrograman yang dalam menentukan data posisi setiap elemen geometri diukur dari titik referensi yang berpindah-pindah. Data posisi elemen geometri ditentukan dari kedudukan atau posisi terakhir gerakan relatif pahat. Titik terakhir gerakan lintasan adalah sebagai titik referensi (titik nol) untuk lintasan berikutnya.



Gambar 3. Pengukuran Sistem Inkremental (Purwoko, 2015)

2) Pemrograman Sistem Absolut

Menurut Purwoko (2015), Pemrograman sistem absolut adalah sistem pemrograman yang dalam menentukan data-data posisi elemen geometri dalam gambar kerja didasarkan pada satu titik referensi. Semua elemen geometri dalam ruang atau bidang sistem koordinat yang terpilih, didefinisikan letaknya dari satu titik referensi (titik nol) yang tetap.



Gambar 4. Pengukuran Sistem Absolut (Purwoko, 2015)

3. Hakikat Matematis

a. Pengertian Matematika

Menurut Masykur & Fathani (2009: 42-43) dalam buku *Mathematical Intelligence*, istilah matematika berasal dari kata Yunani “*mathein*” atau “*manthenein*”, yang artinya “mempelajari”. Mungkin kata tersebut juga erat hubungannya dengan kata sansekerta “*medha*” atau “*widya*” yang artinya “kepandaian”, “ketahuan”, atau “*intelligens*”. Dalam buku *Landasan Matematika*, Andi Hakim Nasution tidak menggunakan istilah “ilmu pasti” dalam menyebutkan istilah ini. Kata “ilmu pasti” merupakan terjemahan dari bahasa Belanda “*wiskunde*”. Penggunaan kata “ilmu pasti” atau “*wiskunde*” untuk “*mathematics*” seolah-olah membenarkan pendapat bahwa di dalam matematika semua hal sudah pasti dan tidak dapat diubah lagi. Padahal, kenyataan sebenarnya tidak demikian, sebab dalam matematika banyak terdapat pokok bahasan yang tidak pasti. Dengan demikian, istilah “matematika” lebih tepat digunakan daripada “ilmu pasti”. Karena dengan menguasai matematika orang akan dapat belajar untuk mengatur jalan pemikirannya dan sekaligus belajar menambah kepercayaannya. Dengan kata lain, belajar matematika

sama halnya dengan belajar logika, karena kedudukan matematika dalam ilmu pengetahuan adalah sebagai ilmu dasar atau ilmu alat. Sehingga untuk dapat berkecimpung di dunia sains, teknologi atau disiplin ilmu lainnya, langkah awal yang harus ditempuh adalah menguasai alat atau ilmu dasarnya, yakni menguasai matematika secara benar.

Menurut Johnson dan Myklebust (1967) dalam Abdurrahman (2003: 252), matematika adalah bahasa simbolis yang fungsi praktisnya untuk mengekspresikan hubungan-hubungan kuantitatif dan keruangan sedangkan fungsi teoritisnya adalah untuk memudahkan berpikir. Sejalan dengan pengertian tersebut Lerner (1988) dalam Abdurrahman (2003: 252), mengemukakan bahwa matematika disamping sebagai bahasa simbolis juga merupakan bahasa universal yang memungkinkan manusia memikirkan, mencatat, dan mengkomunikasikan ide mengenai elemen dan kuantitas.

Sedangkan Kline (1981) dalam Abdurrahman (2003: 252), mengemukakan bahwa matematika merupakan bahasa simbolis dan ciri utamanya adalah penggunaan cara bernalar deduktif, tetapi juga tidak melupakan cara bernalar induktif.

Sedangkan menurut Paling (1982) dalam Abdurrahman (2003: 252), menyatakan bahwa ide manusia tentang matematika berbeda-beda, tergantung pada pengalaman dan pengetahuan masing-masing. Ada yang mengatakan bahwa matematika hanya perhitungan yang mencakup tambah, kurang, kali, dan bagi; tetapi ada pula yang

melibatkan topik-topik seperti aljabar, geometri, dan trigonometri. Banyak pula yang beranggapan bahwa matematika mencakup segala sesuatu yang berkaitan dengan berpikir logis. Selanjutnya, Paling mengemukakan bahwa matematika adalah suatu cara untuk menemukan jawaban terhadap masalah yang dihadapi manusia; suatu cara menggunakan informasi, menggunakan pengetahuan tentang bentuk dan ukuran, menggunakan pengetahuan tentang menghitung, dan yang paling penting adalah memikirkan dalam diri manusia itu sendiri dalam melihat dan menggunakan hubungan-hubungan.

Berdasarkan beberapa definisi diatas dapat disimpulkan bahwa matematika adalah sebuah ilmu yang tidak hanya mempelajari pola bilangan saja, melainkan sebuah ilmu yang mempelajari tentang pola-pola dan hubungan-hubungan dalam dunia ini yang dapat meningkatkan keterampilan kognitif dan berpikir logis seorang individu, sehingga matematika merupakan ilmu dasar untuk mempelajari disiplin ilmu lainnya seperti sains, teknologi dan lain-lain.

b. Geometri

Lynch & Parr (2000: 53), menyatakan bahwa "*geometry is the study of shapes and the relationships between points, lines and planes*", maksudnya bahwa geometri adalah studi tentang berbagai bentuk bidang datar dan hubungan antara titik-titik, garis-garis dan bidang-bidang. Hal yang sama dikemukakan oleh Waridah & Suzana (2014: 184), geometri adalah cabang matematika yang mempelajari

sifat-sifat garis, sudut, bidang, dan ruang atau juga dapat diartikan sebagai ilmu ukur.

Selanjutnya terkait matematika Greenberg (1993: 293), menyatakan bahwa *“geometry is not about light rays, but the path of light ray is one possible physical interpretation of the undefined geometry term “line”*. Maknanya bahwa geometri bukan tentang sinar cahaya, tetapi jalan sinar cahaya merupakan suatu interpretasi fisik yang dalam geometri yang tidak terdefinisi dikenal dengan istilah “garis”.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa geometri merupakan studi yang mempelajari tentang bentuk-bentuk bidang datar dan pengukurannya. Dalam geometri terdapat pembahasan tentang titik, garis dan bidang yang tidak terdefinisi, namun istilah-istilah tersebut dapat digantikan dengan istilah lain yang tidak mengubah makna/maksudnya.

c. Trigonometri

Menurut *Encyclopædia Britannica* (2002: 3), bahwa *“trigonometry, a branch of mathematics, uses methods to solve problems related to triangles. In other words, if the required number of sides and angles of triangle are known, the triangle can be solved by trigonometric methods that compute the value of the unknown sides and angles”*. Maksudnya bahwa, trigonometri adalah merupakan cabang dari matematika, metode yang digunakan untuk memecahkan masalah terkait segitiga, dengan kata lain segitiga dapat dipecahkan dengan

menggunakan metode trigonometri untuk memperhitungkan nilai dari sisi dan sudut yang tidak diketahui.

Khattar (2007: 3) menyatakan bahwa *“the word ‘trigonometry is derived from two greek words ‘trigon’ and ‘metron’ which means measuring the sides of triangle”*. Maksudnya bahwa trigonometri adalah ilmu yang mempelajari tentang pengukuran sisi-sisi segitiga. Hal yang sama dikemukakan oleh Moyer (2013: 1), bahwa *“trigonometry is the branch of mathematics concerned with the measurement of the parts, sides and angles of triangle”*, maksudnya trigonometri adalah cabang matematika yang terkait pengukuran bagian-bagian, sisi-sisi dan sudut-sudut pada segitiga.

Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (Depdiknas, 2002: 1211), Trigonometri diartikan sebagai bagian dari matematika yang mempelajari tentang ilmu ukur sudut dan batasan-batasan dalam segitiga. Jadi dapat disimpulkan bahwa trigonometri adalah bagian dari ilmu matematika yang mempelajari tentang hubungan antara sisi dan sudut suatu segitiga serta fungsi dasar yang muncul dari hubungan tersebut.

Dari beberapa definisi diatas dapat disimpulkan bahwa trigonometri merupakan bagian dari matematika yang mempelajari tentang hubungan antara sisi-sisi dan sudut-sudut pada suatu segitiga serta metode yang digunakan untuk memecahkan masalah terkait segitiga, yaitu metode untuk memperhitungkan nilai dari sisi-sisi dan sudut-sudut pada segitiga.

d. Matematika SMK

Berdasarkan silabus matematika di SMK Negeri 2 Klaten terdapat materi-materi pokok bahasan sebagai berikut:

1) Materi Pokok di Kelas X

- a) Eksponen dan Logaritma
- b) Persamaan dan Pertidaksamaan Nilai Mutlak
- c) Sistem Persamaan dan Pertidaksamaan Linier Dua Variabel, dan Sistem Persamaan Linier Tiga Variabel
- d) Matriks
- e) Relasi dan Fungsi
- f) Barisan dan Deret
- g) Persamaan dan Fungsi Kuadrat
- h) Geometri (12 jam pelajaran)

Kompetensi dasar:

- (1) Mendiskripsikan konsep jarak dan sudut antar titik, garis dan bidang melalui demonstrasi menggunakan alat peraga atau media lainnya.
- (2) Menggunakan berbagai prinsip bangun datar dan ruang serta dalam menyelesaikan masalah nyata berkaitan dengan jarak dan sudut antara titik, garis dan bidang.

- i) Trigonometri (12 jam pelajaran)

Kompetensi dasar:

- (1) Mendeskripsikan konsep perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku melalui penyelidikan dan diskusi tentang hubungan perbandingan sisi-sisi yang bersesuaian dalam beberapa segitiga siku-siku sebangun.
- (2) Menentukan sifat-sifat dan hubungan antar perbandingan trigonometri dalam segitiga siku-siku.
- (3) Mendeskripsikan dan menentukan hubungan perbandingan trigonometri dari sudut disetiap kuadran, memilih dan menerapkan dalam penyelesaian masalah nyata dan matematika.
- (4) Mendeskripsikan konsep fungsi trigonometri dan menganalisis grafik fungsinya serta menentukan hubungan nilai fungsi trigonometri dari sudut-sudut istimewa.
- (5) Menerapkan perbandingan trigonometri dalam menyelesaikan masalah.
- (6) Menyajikan grafik fungsi trigonometri.

- j) Limit Fungsi Aljabar
- k) Statistika
- l) Peluang

2) Materi Pokok di Kelas XI

- a) Program Linier
- b) Matriks
- c) Komposisi Fungsi dan Fungsi Invers
- d) Barisan dan Deret Tak Hingga
- e) Hubungan Antar Garis

- f) Rumus-rumus Segitiga
- g) Statistika
- h) Aturan Pencacahan
- i) Persamaan Lingkaran
- j) Transformasi Geometri (8 jam pelajaran)

Kompetensi dasar:

- (1) Menganalisis sifat-sifat transformasi geometri (translasi, refleksi, dilatasi, dan rotasi) dengan pendekatan koordinat dan menerapkannya dalam menyelesaikan masalah.
- (2) Menyajikan objek kontekstual, menganalisis informasi terkait sifat-sifat objek dan menerapkan aturan transformasi geometri (translasi, refleksi dilatasi, dan rotasi) dalam memecahkan masalah.

- k) Turunan
- l) Integral

3) Materi Pokok di Kelas XII

- a) Matriks
- b) Bunga, Pertumbuhan, dan Peluruhan
- c) Induksi Matematika
- d) Diagonal Ruang, Diagonal Bidang, Bidang Diagonal
- e) Integral

4. Hakikat Gambar Teknik

a. Deskripsi Gambar Teknik

1) Pengertian Gambar Teknik

Hartoro & Pardjono (2002: 2) menjelaskan tentang gambar teknik, bahwa dalam gambar teknik pembuat gambar menuangkan ide perencanaan dari suatu benda atau bangunan yang akan dibuat atau dibangun. Sedangkan menurut Sato & Hartanto (2005: 1), Gambar merupakan sebuah alat untuk menyatakan maksud dari seorang sarjana teknik. Oleh karena itu gambar sering disebut sebagai “bahasa teknik” atau “bahasa untuk sarjana teknik”.

Hal yang sama juga diungkapkan oleh beberapa ahli tentang pengertian gambar teknik. Menurut Harsokoesoemo (2004: 2), gambar teknik adalah alat penghubung atau alat komunikasi antara perancang dan pembuat produk, dan antara semua orang

yang terlibat dalam kegiatan perancangan dan pembuatan, bahkan gambar teknik adalah bahasa universal yang dipakai dalam kegiatan dan komunikasi antara orang-orang teknik. Kemudian menurut Emrizal (2009: 1), bahwa dalam bidang keteknikan, gambar merupakan suatu alat untuk menyatakan maksud, pokok-pokok pikiran, atau gagasan dari seorang perencana teknik (juru gambar) kepada operator pemesinan atau konsumen yang memerlukan informasi teknik. Karena gambar teknik merupakan alat untuk menyatakan maksud atau gagasan, dapat dikatakan gambar sebagai alat komunikasi atau bahasanya orang-orang teknik, atau orang-orang yang berhubungan dalam bidang keteknikan.

Selanjutnya Giesecke dkk (2000), menjelaskan pengertian tentang gambar teknik dengan gambar kerja. Yaitu bahwa gambar kerja yang secara normal mencakupkan rakitan dan rincian, merupakan spesifikasi untuk pembuatan dari suatu desain. Bahwa gambar produksi atau gambar kerja adalah merupakan tahapan terakhir dari suatu proses desain. Giesecke dkk, mengungkapkan bahwa proses desain yang mengarah ke pembuatan, perakitan, pemasaran, pelayanan dan banyak kegiatan yang diperlukan untuk suatu produk yang berhasil tersusun atas beberapa fase yang dikenal dengan mudah. Walaupun banyak kelompok industri dapat mengidentifikasi fase dengan cara mereka sendiri, prosedur yang memudahkan untuk desain produk baru atau produk yang ditingkatkan ialah dalam lima tahapan berikut:

1. Identifikasi masalah, kebutuhan, atau “pelanggan.”
2. Konsep atau gagasan.
3. Kompromi terhadap penyelesaian.
4. Model dan/atau prototipe.
5. Gambar produksi dan/atau gambar kerja.

Dari beberapa pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa gambar teknik merupakan hasil penuangan ide-ide atau gagasan dari seorang pembuat gambar, yang kemudian dapat digunakan sebagai alat penghubung atau alat komunikasi antara perancang dan pembuat produk, dan antara semua orang yang terlibat dalam bidang keteknikan, atau gambar teknik dapat juga disebut sebagai bahasa universal bagi orang-orang teknik.

2) Fungsi Gambar Teknik

Menurut Sato & Hartanto (2005:1) fungsi gambar teknik digolongkan menjadi 3, yaitu:

1) Penyampaian informasi

Gambar mempunyai tugas meneruskan maksud dari perancang dengan tepat kepada orang-orang yang bersangkutan, kepada perencanaan proses, pembuatan, pemeriksaan, perakitan dan lain sebagainya (Sato & Hartanto, 2005: 2).

2) Pengawetan, penyimpanan dan penggunaan keterangan

Gambar merupakan data teknis yang sangat ampuh, dimana teknologi dari suatu perusahaan dipadatkan dan dikumpulkan. Oleh karena itu gambar bukan saja diawetkan atau mensuplai bagian-bagian produk untuk perbaikan (reparasi) atau untuk diperbaiki, tetapi gambar-gambar diperlukan juga untuk

disimpan dan dipergunakan di kemudian hari (Sato & Hartanto, 2005: 2).

3) Cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi

Gambar tidak hanya melukiskan gambar, tetapi berfungsi juga sebagai peningkat daya berpikir untuk perencana. Oleh karena itu sarjana teknik tanpa kemampuan menggambar, kekurangan cara penyampaian keinginan, maupun kekurangan cara menerangkan yang sangat penting (Sato & Hartanto, 2005: 3).

b. Meteri Pembelajaran Gambar Teknik

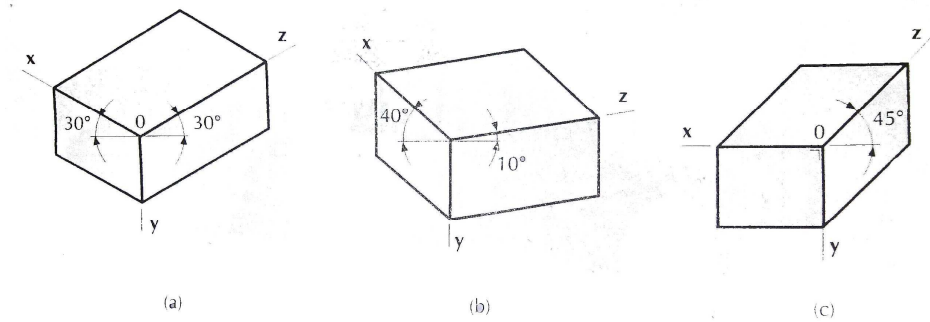
1) Gambar Proyeksi

Gambar proyeksi adalah gambar dari suatu benda yang diproyeksikan secara tegak lurus pada bidang dua dimensi/kertas gambar sesuai dengan ketentuan dari jenis proyeksi yang digunakan (Emrizal, 2009: 11).

Menurut Emrizal (2009: 11), gambar proyeksi yang digunakan dalam bidang teknik ada dua macam, yaitu:

a) Gambar Proyeksi Piktorial

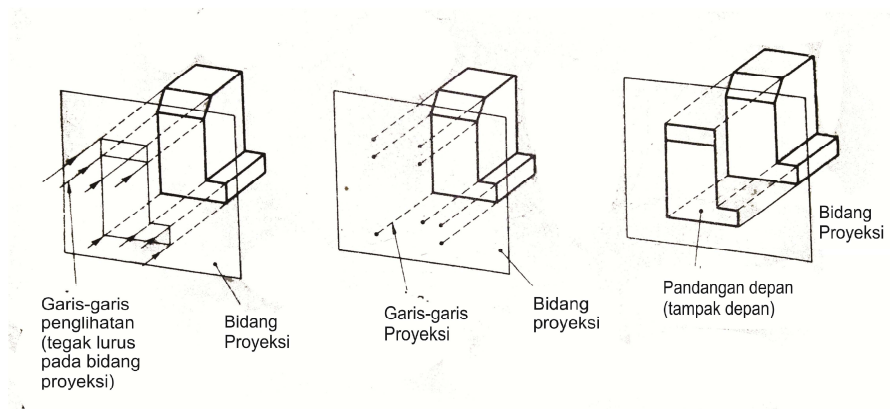
Gambar proyeksi piktorial adalah gambar benda dengan bentuk yang sebenarnya (gambar tiga dimensi) pada bidang dua dimensi. Pada gambar teknik mesin umumnya gambar piktorial disajikan dengan cara proyeksi isometri, proyeksi dimetris, atau proyeksi miring 45° (Emrizal, 2009: 11).



Gambar 5. Ketiga Cara Proyeksi (A) Isometris (B) Dimetris dan (C) Miring (Emrizal, 2009: 12)

b) Gambar Proyeksi Ortogonal

Gambar proyeksi ortogonal adalah gambar pandangan dari suatu benda tiga dimensi yang diperoleh dari hasil proyeksi tegak lurus bagian benda yang dipandang pada bidang proyeksi/bidang dua dimensi (Emrizal, 2009: 14).



Gambar 6. Proyeksi Ortogonal (Sato & Hartanto, 1983: 62).

2) Gambar Potongan

Menurut Emrizal MZ (2009: 43), fungsi gambar potongan adalah untuk menjelaskan pada gambar agar tidak terjadi kesalahan dalam membaca dan memahami bentuk rongga dari komponen-komponen mesin. Penyajian gambar potongan seolah-olah benda dipotong/diiris pada bagian memanjang atau melintang

sumbu benda sesuai dengan bagian penampang yang perlu dijelaskan.

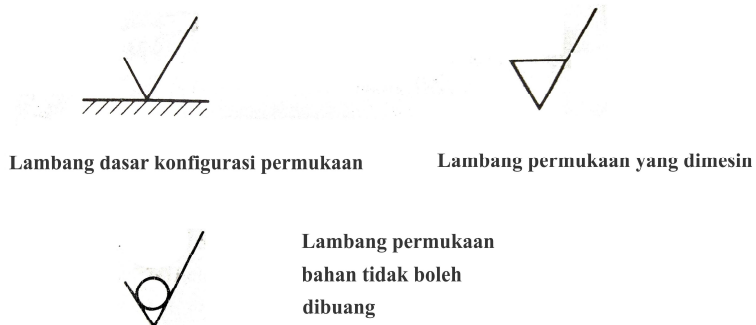
Macam-macam gambar potongan menurut Emrizal (2009: 45-47), adalah sebagai berikut:

- a) Gambar Potongan Penuh/seluruh
- b) Gambar potongan separuh/setengah
- c) Gambar potongan setempat/sobekan/sebagian
- d) Gambar potongan meloncat/bercabang
- e) Gambar potongan menyudut
- f) Gambar potongan diputar ditempat/potongan dipindah

3) Tanda Pengerjaan pada Gambar Teknik

- a) Lambang yang digunakan untuk menunjukkan konfigurasi permukaan

Sato & Hartanto (2005: 185), menyatakan pengertian tentang lambang dasar, yaitu terdiri dari dua kaki yang tidak sama panjangnya, dan membuat sudut kira-kira 60° dengan puncak menuju ke permukaan yang diperhatikan.



Lambang dasar konfigurasi permukaan

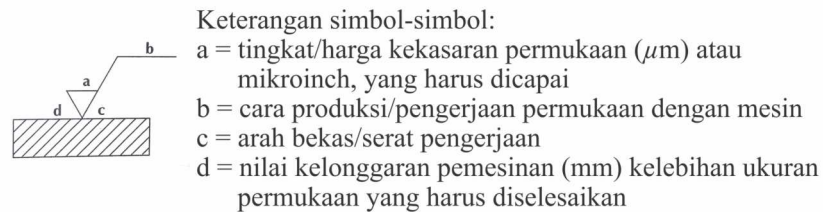
Lambang permukaan yang dimesin

Lambang permukaan
bahan tidak boleh
dibuang

Gambar 7. Lambang Konfigurasi Permukaan (Sato & Hartanto, 2005: 185)

b) Pencantuman Simbol Pengerjaan Secara Lengkap

Pada gambar-gambar komponen, pencantuman harga kekasaran, arah bekas pengerjaan, kelonggaran pemesisinan, dan cara produksi khusus pada bagian permukaan dapat secara lengkap atau tidak lengkap (Emrizal, 2009: 79).



Gambar 8. Pencantuman Simbol-Simbol Pengerjaan Secara Lengkap (Emrizal, 2009: 79)

5. Hakikat Pemesinan

a. Pengertian Pemesinan

Menurut Rochim (2007: 1), Proses pemesinan adalah proses pembentukan geram (*chips*) akibat perkakas (*tools*), yang dipasangkan pada mesin perkakas (*machine tools*), bergerak relatif terhadap benda kerja (*work piece*) yang dicekam pada daerah kerja mesin perkakas.

b. Klasifikasi Proses Pemesinan

Menurut Rochim (2007), gerak relatif pahat terhadap benda kerja dapat dipisahkan menjadi dua macam komponen gerakan yaitu gerak potong (*cutting movement*) dan gerak makan (*feeding movement*). Sehingga menurut jenis kombinasi gerak potong dan gerak makan maka proses pemesinan dikelompokkan menjadi tujuh macam proses yaitu:

- 1) Proses bubut (*turning*)
- 2) Proses gurdi (*drilling*)

- 3) Proses frais (milling)
- 4) Proses gerinda rata (surface grinding)
- 5) Proses gerinda silindris (cylindrical grinding)
- 6) Proses sekrap (shaping, planing), dan
- 7) Proses gergaji atau parut (sawing, broaching) (Taufiq Rochim, 2007: 2).

Sedangkan menurut Gerling (1982) proses pemesinan dibagi menjadi dua yaitu proses pemesinan tanpa pemotongan (*non-cutting*) dan proses pemesinan dengan metode pemotongan (*cutting*). Proses pemesinan *non-cutting* sendiri yaitu proses pemesinan yang dalam pengerjaannya tidak mengakibatkan pengurangan volume pada benda kerja yang dikerjakan, biasanya benda kerja hanya mengalami proses perubahan bentuk menjadi bentuk yang diinginkan. Contoh proses pemesinan tanpa pemotongan yaitu: proses cor (*casting*), rol (*rolling*), pembentukan (*drawing*), tempa (*forging*). Sedangkan proses pemesinan dengan proses pemotongan akan mengakibatkan pengurangan volume pada benda kerja, yaitu dengan cara penyayatan dengan alat potong. Contoh proses pemesinan dengan melalui proses pemotongan diantaranya: Proses gergaji (*sawing*), pengeboran (*drilling*), pembubutan (*turning*), penyekrapan (*planing*) dan pengefraisan (*milling*).

Hollebrandse (1988: Bab 1-1), mengklasifikasikan mesin menurut cara mengemudikannya menjadi dua yaitu mesin konvensional dan mesin CNC. Pada mesin konvensional, maka informasi diberikan dengan memutar roda-tangan atau mengubah sakelar, sedangkan pada mesin CNC, kode-kode dilakukan dengan cara kendali terpadu dan perintah-perintah diterjemahkan secara jelas bagi mesin tersebut.

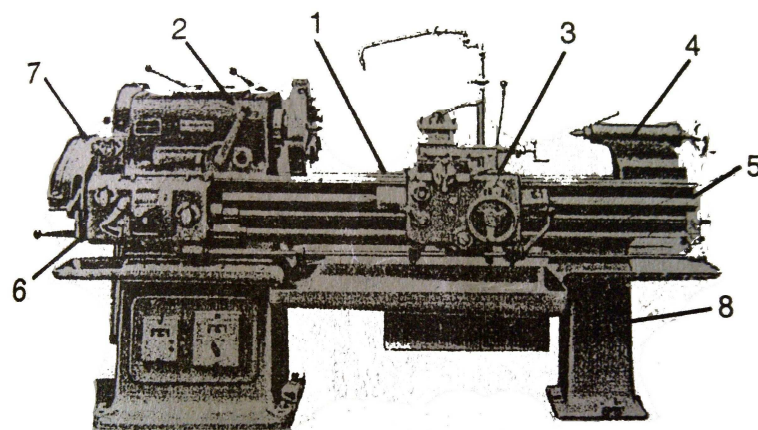
c. Proses Bubut (*Turning*)

1) Cara Kerja Mesin Bubut

Yogaswara (2005: 35), mendeskripsikan tentang mesin bubut yaitu mesin yang memiliki sumbu dengan gerak utama berputar. Pada sumbu utama dipasang cekam sebagai alat untuk menjepit benda kerja, sedangkan pahat bubut digunakan sebagai alat potong yang dapat digerakan oleh eretan ke arah melintang dan arah horisontal disepanjang *bed* mesin. Pada proses pembubutan berlangsung, benda kerja berputar dan pahat disentuhkan pada benda kerja sehingga terjadi goresan dan penyayatan. Penyayatan dapat dilaksanakan ke arah kiri-kanan (melintang), depan-belakang (horisontal) dan ke arah miring yaitu dengan cara memutar eretan atas sehingga menghasilkan benda kerja yang berbentuk konis/tirus.

2) Komponen Utama Mesin Bubut

Konstruksi dan bagian utama mesin bubut menurut Yogaswara (2005: 39), adalah sebagai berikut:



Gambar 9. Konstruksi Mesin Bubut dan Bagian-Bagiannya
(Yogaswara, 2005: 39)

Keterangan:

1. *Bed* mesin
2. Kepala tetap dengan sumbu putar
3. Eretan
4. Kepala lepas
5. Batang ulir transmisi dan batang putar
6. Kotak atau lemari transmisi
7. Motor penggerak
8. Kaki mesin

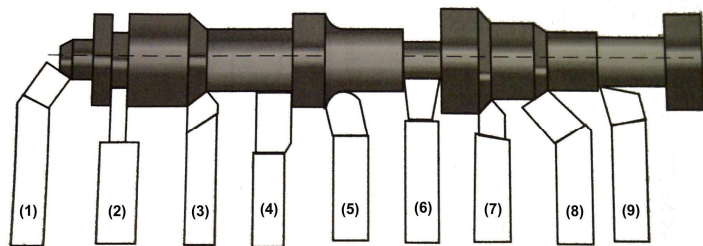
3) Alat Perlengkapan mesin bubut

Menurut Darmanto (2007: 23), Terdapat beberapa alat perlengkapan mesin adalah sebagai berikut:

a) Pahat bubut

Menurut Darmanto (2007: 23), pahat bubut merupakan pisau penyayat yang digunakan untuk menyayat benda kerja yang akan dibubut. Macam pahat bubut ditinjau dari segi bahannya adalah HSS, baja keras, baja karbon dan baja widea.

Menurut (Darmanto, 2007: 23), terdapat berbagai macam pahat bubut menurut pemakaiannya adalah sebagai berikut:



Gambar 10. Pemakaian Berbagai Pahat Bubut (Darmanto, 2007: 23).

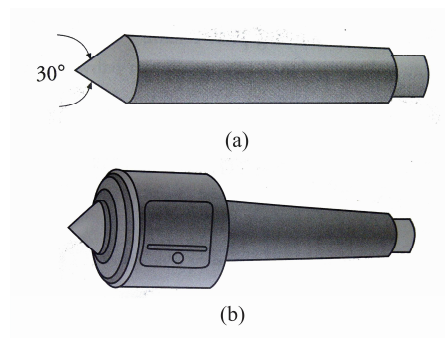
Keterangan (Darmanto, 2007: 23):

- (a) Pahat pinggul kiri
- (b) Pahat potong
- (c) Pahat bubut kasar
- (d) Pahat papak

- (e) Pahat bentuk bulat
- (f) Pahat alur
- (g) Pahat bubut kasar
- (h) Pahat pinggul kanan
- (i) Pahat rata muka

b) Senter

Senter berfungsi untuk memegang titik sumbu dari kedua ujung benda kerja, tempat kedua ujung benda kerja dibor runcing sedikit untuk menempatkan ujung senter tersebut. Senter dipasang pada kepala tetap dan kepala lepas (Darmanto, 2007: 29).



Gambar 11. (a) Senter Mati/Tetap dan (B) Senter Hidup/Putar (Darmanto, 2007: 29-30).

Macam-macam senter, yaitu sebagai berikut (Darmanto, 2007: 29):

(1) Senter mati (tetap)

Senter mati adalah senter yang tidak dapat berputar. Jadi, antara batang dan ujung merupakan satu bagian yang tidak terpisah (Darmanto, 2007: 29).

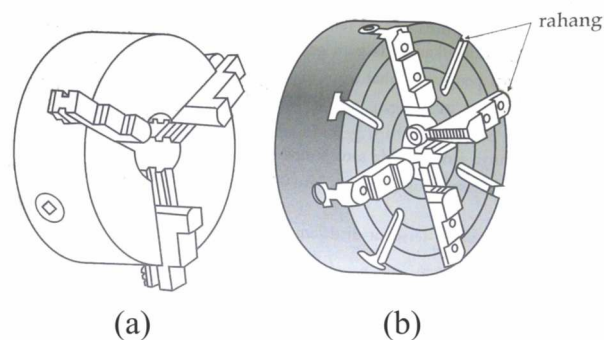
(2) Senter hidup (putar)

Senter hidup adalah senter yang ujungnya dapat berputar sehingga jika dipakai di antara benda kerja dan senter tidak terjadi gesekan (Darmanto, 2007: 30).

c) Alat pencekaman benda kerja

Menurut Darmanto (Darmanto, 2007: 30), alat pencekaman benda kerja ada beberapa macam diantaranya sebagai berikut:

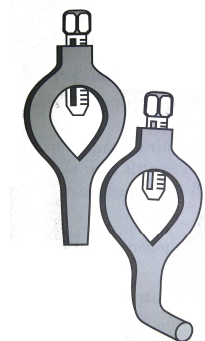
- (1) Pencekam tiga rahang (otomatis), digunakan untuk mencekam benda-benda segi tiga dan kelipatannya serta benda bulat.
- (2) Pencekam empat rahang (manual), digunakan untuk mencekam benda-benda segi empat dan kelipatannya serta benda bulat.



Gambar 12. Pencekam Benda Kerja (Darmanto, 2007: 30).

d) Pembawa

Alat ini dipasang bersama-sama pelat pembawa dengan maksud untuk membawa serta benda kerja supaya ikut berputar seirama dengan sumbu mesin (Darmanto, 2007: 36).



Gambar 13. Pembawa (Darmanto, 2007: 36).

e) Penyangga/Kacamata

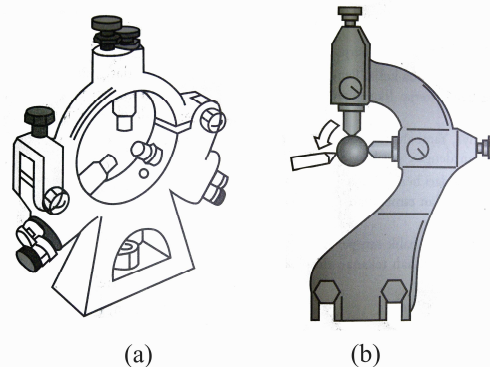
Digunakan dalam pengerjaan batang bulat yang panjang, untuk menyangga benda kerja supaya tidak melengkung kebawah sehingga tetap lurus segaris sumbu (Darmanto, 2007: 37). Menurut Darmanto (2007: 37), ada dua macam jenis penyangga yaitu sebagai berikut:

(1) Penyangga tetap

Penyangga tetap digunakan untuk menyangga benda kerja pada waktu membubut pada ujung lepas. Penyangga ini dipasang pada *bed* mesin.

(2) Penyangga jalan

Penyangga jalan digunakan untuk menyangga benda kerja yang panjang dengan diameter kecil agar tidak melentur pada waktu membubut. Penyangga ini dipasang pada supor melintang.



Gambar 14. (a) Penyangga Tetap, Dan (B) Penyangga Jalan (Darmanto, 2007: 37)

f) Kartel

Digunakan untuk membuat alur-alur kecil pada benda kerja dengan maksud supaya tidak licin jika dipegang dengan tangan (Darmanto, 2007: 37).

4) Parameter Proses Pembubutan

Menurut Rochim (2007: 12-13), elemen dasar pada proses bubut dapat dihitung dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

Benda kerja: d_o = diameter mula ; mm, d_m = diameter akhir ; mm, l_t = panjang pemesinan ; mm,Pahat: K_r = sudut potong utama ; °, γ_o = sudut geram ; °,Mesin bubut

a = kedalaman pemotongan ; mm,

$$a = (d_o - d_m)/2 ; \text{ mm}, \dots\dots\dots (1)$$

f = gerak makan ; mm/(r),

n = sudut geram ; (r)/min,

a) Kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} ; \text{ m/min}, \dots\dots\dots (2)$$

Dimana, d = diameter rata-rata, yaitu:

$$d = (d_o + d_m)/2 ; \text{ m/min}, \dots\dots\dots (3)$$

b) Kecepatan makan

$$v_f = f \cdot n ; \text{ mm/min}, \dots\dots\dots (4)$$

c) Waktu pemotongan

$$t_c = l_t / v_f ; \text{ min}, \dots\dots\dots (5)$$

d) Kecepatan penghasil geram : $Z = A \cdot v$

Di mana, penampang geram sebelum dipotong:

$$A = f \cdot a ; \text{ mm}^2, \dots\dots\dots (6)$$

Jadi,

$$Z = f \cdot a \cdot v ; \text{ mm}^2, \dots\dots\dots (7)$$

d. Proses Frais (Milling)**1) Cara Kerja Mesin Frais**

Yogaswara (2005: 63), mendeskripsikan tentang mesin frais konvensional yaitu merupakan salah satu mesin perkakas untuk mengerjakan benda kerja dengan cara menyayat bahan selapis demi selapis. Penyayatan dilakukan oleh pisau frais yang berputar

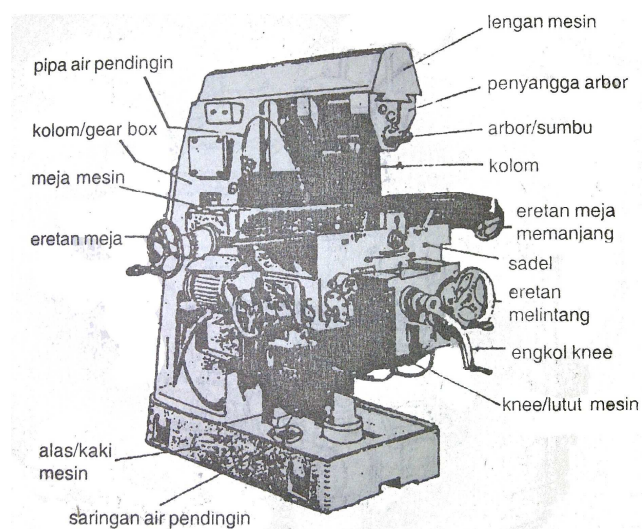
pada poros utama dengan sumbu mendatar, tegak atau miring, dan berputar searah atau berlawanan arah putaran jarum jam. Benda kerja dijepit dengan alat bantu pencekaman yang terpasang pada meja mesin. Meja frais yang dipasang pada sadel mesin, dapat bergerak ke arah memanjang dengan kecepatan tertentu di atas lutut mesin (*knee*) yang dapat bergerak ke arah melintang. Adapun *knee* sendiri dapat bergerak ke arah tegak, naik, atau turun dengan ketinggian tertentu.

Mesin frais konvensional sendiri menurut Yogaswara (2005: 63), dapat digunakan untuk mengerjakan benda-benda kerja yang mempunyai bentuk:

- a) Bidang rata;
- b) Alur-alur (*spie*, alur ekor burung);
- c) Bidang miring;
- d) Roda gigi;
- e) Bentuk-bentuk khusus lainnya.

2) Komponen Utama Mesin Frais

Menurut Yogaswara (2005: 66), bagian-bagian utama mesin frais dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 15. Bagian Utama Mesin Frais (Yogaswara, 2005: 66).

3) Alat Perlengkapan Mesin Frais

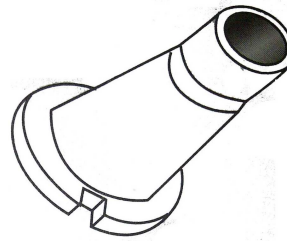
a) Pisau frais

Menurut Umaryadi (2007: 36-41), terdapat berbagai macam jenis pisau frais berdasarkan bentuknya yaitu:

- (1) Pisau frais lurus (*Plain mill cutter*)
- (2) Pisau sisi (*Side mill cutter*)
- (3) Pisau potong/gergaji (*Metal slitting saw*)
- (4) Pisau sudut (*Angular milling cutter*)
- (5) Pisau jari (*End mill cutter*)
- (6) Pisau muka (*Face mill cutter*)
- (7) *T-slot milling cutter*
- (8) *Keyseat cutter*
- (9) *Fly cutter*

b) Arbor

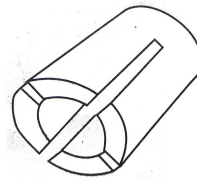
Menurut Umaryadi (2007: 41), arbor adalah tempat memasang pisau frais pada mesin frais. Di sepanjang arbor terdapat alur pasak yang sama ukurannya dengan alur pasak yang terdapat pada ring penjepit pisau yang sesuai dengan alur pasak yang terdapat pada pisau frais.



Gambar 16. Salah Satu Bentuk Arbor (Umaryadi, 2007: 41).

c) Collets

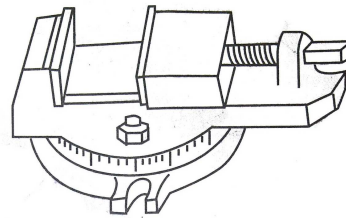
Collets berfungsi untuk mencekam mata potong khususnya proses pembuatan lubang *taper* (Umaryadi, 2007: 41).



Gambar 17. *Collets* (Umaryadi, 2007: 41).

d) Ragum

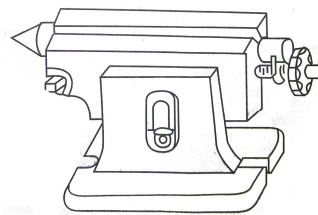
Ragum merupakan alat bantu yang digunakan untuk mencekam benda kerja agar posisinya tidak berubah sewaktu difrais (Umaryadi, 2007: 42).



Gambar 18. Ragum Busur (Umaryadi, 2007: 42).

e) Kepala lepas

Kepala lepas digunakan untuk menyangga benda kerja yang dikerjakan dengan *dividing head*/kepala pembagi (Umaryadi, 2007: 42).

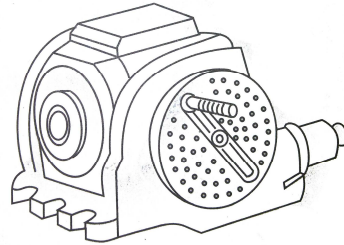


Gambar 19. Kepala Lepas (Umaryadi, 2007: 42).

f) Kepala pembagi

Menurut Umaryadi (2007: 49), kepala pembagi merupakan alat yang digunakan untuk membagi lingkaran atau keliling benda kerja menjadi bagian yang sama. Kepala pembagi biasanya

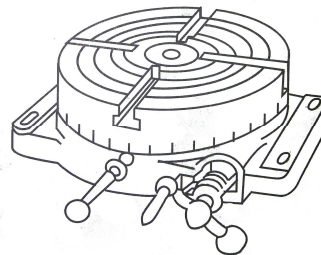
digunakan dalam pembuatan roda gigi ataupun pembuatan segi banyak beraturan.



Gambar 20. Kepala Pembagi (Umaryadi, 2007: 42).

g) Meja putar

Untuk mengefrais benda kerja dengan bentuk bervariasi dan melingkar, pengefraisan dapat dilakukan pada meja putar. Dengan alat ini pengefraisan dapat dilakukan secara melingkar (Umaryadi, 2007: 43).



Gambar 21. Meja Putar (Umaryadi, 2007: 43).

4) Parameter Proses Pengefraisan

Menurut Rochim (2007: 19), elemen dasar pada proses frais adalah sebagai berikut:

Benda kerja:

w = lebar pemotongan,
 l_w = panjang pemotongan,
 a = kedalaman pemotongan,

Pahat frais:

d = diameter luar,
 z = jumlah gigi
 (mata potong),
 K_r = sudut potong utama,
 = 90° untuk pahat frais
 selubung

Mesin frais:

n = putaran spindel/poros

utama,
 V_f = kecepatan makan,

a) Kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} ; \text{ m/min,} \quad \dots\dots\dots (8)$$

b) Gerak makan per gigi

$$f_z = v_f / (z n) ; \text{ mm/gigi,} \quad \dots\dots\dots (9)$$

c) Waktu pemotongan

$$t_c = l_t / v_f ; \text{ min,} \quad \dots\dots\dots (10)$$

d) Kecepatan penghasil geram

$$Z = \frac{v_f \cdot a \cdot w}{1000} ; \text{ cm}^3/\text{min,} \quad \dots\dots\dots (11)$$

e. Teori Kejuruan Teknik Pemesinan

Yang dimaksud dengan teori dan praktek kejuruan teknik pemesinan adalah semua kompetensi dasar yang berkaitan dengan kejuruan teknik pemesinan, termasuk materi tentang teori pemesinan. Pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) sendiri teori-teori dasar pemesinan dan teori-teori tentang mesin perkakas hanya diberikan sebagai pengantar sebelum siswa-siswa melakukan pembelajaran praktek.

Variabel kemampuan teori pemesinan siswa kelas XII program keahlian teknik pemesinan dalam laporan ini diukur dengan nilai ujian pada teori kejuruan teknik pemesinan. Adapun menurut silabus kompetensi kejuruan teknik pemesinan di SMK Negeri 2 Klaten, beberapa mata pelajaran yang termasuk dalam teori kejuruan teknik pemesinan adalah sebagai berikut:

1) Pada Kelas X

- a) Menangani Material Secara Manual
- b) Menggunakan Peralatan Pemanding dan / Alat Ukur Dasar
- c) Mengukur dengan Alat Ukur Mekanik Presisi
- d) Menggunakan Perkakas Tangan
- e) Menggunakan Perkakas Bertenaga atau Operasi Digenggam

- f) Menginterpretasikan Sketsa
 - g) Membaca Gambar Teknik
 - h) Menggunakan Mesin Untuk Operasi Dasar
- Kompetensi dasar:
- (1) Menjelaskan cara mengeset mesin
 - (2) Menjelaskan cara mengoperasikan mesin

2) Pada Kelas XI

- a) Melakukan Pekerjaan Dengan Mesin Bubut
- Kompetensi dasar:
- (1) Menjelaskan teknik pengoperasian mesin bubut
 - (2) Mengoperasikan mesin bubut
 - (3) Memproses bentuk pendakian
 - (4) Memeriksa komponen untuk dengan spesifikasi
- b) Melakukan Pekerjaan Dengan Mesin Frais
- Kompetensi dasar:
- (1) Menjelaskan cara pengoperasian mesin frais
 - (2) Mengoperasikan mesin frais
 - (3) Mengecek komponen untuk penyesuaian dengan rincinya
- c) Mengeset Mesin dan Program Mesin NC/CNC (dasar)

3) Pada Kelas XII

- a) Melakukan Pekerjaan Dengan Mesin Gerinda
 - b) Mempergunakan Mesin Bubut (Komplek)
- Kompetensi dasar:
- (1) Melakukan persiapan kerja secara tepat
 - (2) Mengikuti sisipan identifikasi dari Organisasi Standar Internasional atau Standar lain yang sesuai
 - (3) Melakukan berbagai macam pembubutan
- c) Memfrais (Komplek)
- Kompetensi dasar:
- (1) Memasang benda kerja
 - (2) Mengenali Insert menurut ISO
 - (3) Melakukan pengefraisan benda rumit
- d) Menggerinda Pahat dan Alat Potong
 - e) Memprogram Mesin NC/CNC
 - f) Mengoperasikan Mesin NC/CNC

B. Kerangka Berpikir

1. Hubungan Antara Kemampuan Matematis dengan Kemampuan Membuat Program CNC

Kemampuan matematis siswa sangat berpengaruh terhadap kemampuan siswa dalam membuat program CNC. Hal ini dikarenakan dalam metode kerjanya mesin CNC ini dikontrol dengan menggunakan komputer dengan menggunakan bahasa numerik. Dalam setiap gerakannya, mesin CNC ini digambarkan sebagai suatu koordinat untuk

suatu titik yang akan dituju, yang mana koordinat-koordinat ini menggunakan metode seperti pada koordinat kartesian. Sehingga dalam penentuan koordinatnya menuntut seorang programmer untuk melakukan perhitungan-perhitungan matematika untuk mendapatkan nilai koordinat yang belum tercantum pada gambar kerja yaitu sebagai garis bantu sebagai lintasan pahat dalam proses pengerjaannya. Selain itu dalam menentukan besaran *feeding* dan kecepatan putar mesin juga menuntut seorang programmer untuk melakukan perhitungan matematis untuk menentukan besaran yang aman untuk diterapkan dalam proses pengerjaan.

2. Hubungan Antara Kemampuan Membaca Gambar Teknik dengan Kemampuan Membuat Program CNC

Kemampuan membaca gambar teknik sangat penting kaitannya dengan kemampuan membuat program CNC siswa. Hal ini sesuai dengan salah satu fungsi gambar teknik yang dijelaskan oleh Sato & Hartanto (1983: 2), bahwa gambar teknik berfungsi sebagai penerusan maksud dari perancang dengan tepat kepada orang-orang yang bersangkutan, kepada perencana proses, pembuat, pemeriksa, perakitan dan lain sebagainya. Maka dengan memiliki kemampuan tentang membaca gambar teknik ataupun gambar kerja, seorang pembuat program dapat mengetahui maksud dari perancang tentang produk yang akan dibuat, sehingga akan lebih memudahkan dalam membuat programnya. Hal ini dikarenakan kemampuan membaca gambar teknik sangat berhubungan dengan penentuan titik-titik koordinat pada gambar kerja yang kemudian akan diaplikasikan menjadi lintasan pahat pada

benda kerja yang akan dikerjakan pada proses pengerjaan dengan mesin CNC.

3. Hubungan Kemampuan Teori Pemesinan dengan Kemampuan Membuat Program CNC

Kemampuan pemahaman teori pemesinan sangat menentukan kemampuan siswa dalam membuat program CNC. Dalam pengerjaan dengan menggunakan mesin CNC sangat berkaitan dengan besaran *feeding*, kecepatan putar spindel utama dan juga metode kerja dari mesin CNC tersebut. Hal ini perlu dikuasai agar siswa dapat menentukan besarnya *feeding* dan kecepatan putar mesin yang aman untuk digunakan. Selain itu dengan menguasai teori pemesinan, akan sangat membantu siswa dalam menentukan langkah pengerjaan agar dalam proses pengerjaannya lebih aman dan efisien.

4. Hubungan Kemampuan Matematis, Membaca Gambar Teknik dan Teori Pemesinan dengan Kemampuan Membuat Program CNC

Kemampuan matematis, kemampuan membaca gambar teknik dan teori pemesinan merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap kemampuan siswa dalam membuat program CNC. Ketiga hal tersebut memiliki hubungan yang positif terhadap kemampuan membuat program CNC. Semakin tinggi nilai dari ketiga hal tersebut maka semakin tinggi pula kompetensi yang dicapai. Hal tersebut dapat ditandai dengan hasil pembuatan program CNC yang benar dengan langkah pengerjaan yang lebih efektif dan efisien.

C. Pengajuan Hipotesis

Berdasarkan pada kajian pustaka dan uraian kerangka berfikir di atas, maka dapat diberikan beberapa hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Terdapat hubungan positif antara kemampuan matematis dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII Program keahlian teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten.
2. Terdapat hubungan positif antara kemampuan membaca gambar teknik dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII Program keahlian teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten.
3. Terdapat hubungan positif antara kemampuan teori pemesinan dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII Program keahlian teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten.
4. Terdapat hubungan positif antara kemampuan matematis, membaca gambar teknik dan teori pemesinan dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII Program keahlian teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif korelasional dan *ex-post facto*. Menurut Suharsimi Arikunto (2013: 3), penelitian deskriptif adalah penelitian yang hanya memaparkan atau menggambarkan suatu hal, misalnya keadaan, kondisi, peristiwa, kegiatan, dan lain-lain, yang hasilnya dipaparkan dalam bentuk laporan penelitian. Penelitian ini tergolong penelitian korelasional karena penelitian ini bertujuan untuk mencari seberapa besar tingkat hubungan antara variabel satu terhadap variabel lainnya. "Penelitian korelasi atau penelitian korelasional adalah penelitian yang dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui tingkat hubungan antara dua variabel atau lebih, tanpa melakukan perubahan, tambahan atau manipulasi terhadap data yang memang sudah ada" (Suharsimi Arikunto, 2013: 4).

Penelitian ini juga disebut penelitian *ex-post facto* karena penelitian ini mengungkapkan data atau kejadian yang ada maupun telah ada tanpa mengubah atau memanipulasi variabel maupun sampel yang diteliti. Penelitian *ex-post facto* yaitu penelitian yang dilakukan untuk meneliti sesuatu yang sudah terjadi kemudian merunut ke belakang guna mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan timbulnya kejadian tersebut. Menurut Suharsimi Arikunto (2013: 17), istilah *ex post facto* terdiri dari tiga kata, *ex* diartikan dengan observasi, *post* artinya sesudah, dan *facto* ada fakta atau kejadian. Jadi *ex post facto* dapat diartikan pengamatan dilakukan setelah kejadian lewat.

Pendekatan yang digunakan dalam analisis data penelitian ini adalah analisis data kuantitatif. Menurut Sugiyono (2013: 6), data kuantitatif adalah data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan/*scoring*. Hal ini dikarenakan variabel-variabel yang ada dalam penelitian ini diukur dalam bentuk angka-angka sebelum dilakukan analisis untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antara variabel-variabel tersebut.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

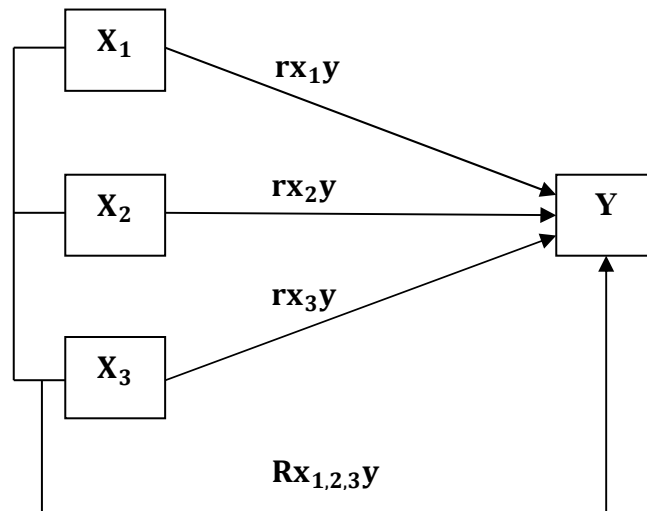
Penelitian ini dilakukan di SMK Negeri 2 Klaten yang berlokasi di Senden, Ngawen, Klaten. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juli 2015 dan dilakukan secara bertahap. Peneliti mengadakan survei terlebih dahulu di SMK Negeri 2 Klaten pada bulan April 2015 sebelum dilakukan penelitian sebagai studi pendahuluan.

C. Variabel Penelitian

Variabel adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2013: 63). Pada penelitian ini terdapat empat variabel yang berkaitan dengan permasalahan yang ada, keempat variable tersebut adalah:

1. Variabel bebas: Kemampuan matematis (X_1), Kemampuan membaca gambar teknik (X_2) dan Kemampuan teori pemesinan (X_3).
2. Variabel terikat: Kemampuan membuat program CNC (Y).

Sehingga paradigma hubungan antara variabel-variabel tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 22. Paradigma Penelitian

Keterangan:

- X_1 = Kemampuan matematis (variabel bebas 1)
- X_2 = Kemampuan membaca gambar teknik (variabel bebas 2)
- X_3 = Kemampuan teori pemesinan (variabel bebas 3)
- Y = Kemampuan membuat program CNC
- rx_{1y} = Korelasi antara X_1 dengan Y
- rx_{2y} = Korelasi antara X_2 dengan Y
- rx_{3y} = Korelasi antara X_3 dengan Y
- $Rx_{1,2,3y}$ = Korelasi antara X_1, X_2, X_3 dengan Y

D. Definisi Operasional Variabel

Berdasarkan teori-teori yang telah dikemukakan sebelumnya, maka definisi operasional masing-masing variabel penelitian ini adalah:

1. Kemampuan Matematis

Kemampuan matematis yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah kesanggupan atau kecakapan siswa untuk memecahkan masalah-masalah matematika, khususnya pada materi-materi tentang geometri dan trigonometri. Data mengenai kemampuan matematis siswa kelas XII jurusan teknik pemesinan ini diperoleh dari daftar nilai ujian yang diadakan oleh pihak sekolah terkait mata diklat matematika.

2. Kemampuan Membaca Gambar Teknik

Kemampuan membaca gambar teknik dalam penelitian ini diartikan sebagai kesanggupan atau kecakapan siswa dalam membaca dan memahami gambar teknik. Dimana dalam gambar teknik tersebut terdapat materi-materi tentang gambar proyeksi, gambar potongan, lambang pengerjaan dan lain sebagainya guna menunjang kemampuan siswa dalam memahami gambar kerja. Kemampuan membaca gambar teknik tersebut diukur berdasarkan hasil dari nilai ulangan harian siswa yang diberikan oleh guru mata pelajaran membaca gambar teknik yang berupa daftar penilaian peserta didik.

3. Kemampuan Teori Pemesinan

Kemampuan teori pemesinan yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu kesanggupan atau kecakapan siswa dalam memahami materi-materi yang terkait dengan teori-teori tentang mesin perkakas diantaranya sistem kerja, alat perlengkapan mesin beserta kegunaannya, dan parameter-parameter proses pengerjaan benda kerja. Kemampuan teori pemesinan ini diukur dari nilai hasil evaluasi siswa terkait kompetensi kejuruan teknik pemesinan, yang didalamnya mencakup semua teori-teori dasar tentang teknik pemesinan termasuk teori pemesinan sendiri. Data mengenai kemampuan teori kejuruan siswa kelas XII jurusan teknik pemesinan ini diperoleh dari daftar nilai ujian yang diadakan oleh pihak sekolah terkait mata diklat Teori Kejuruan.

4. Kemampuan Membuat Program CNC

Yang dimaksud dalam kemampuan membuat program mesin CNC yaitu kemampuan siswa dalam pembuatan dan penyusunan program

mesin CNC 3A yaitu berupa pemilihan program, penentuan titik referensi, besarnya parameter pemesinan dan menentukan koordinat yang sesuai dengan benda kerja yang akan dibuat. Data kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII jurusan teknik pemesinan ini diperoleh dari hasil tes yang dilakukan oleh guru terkait hasil belajar siswa pada mata diklat Memprogram Mesin NC/CNC.

E. Populasi Penelitian

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas: obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2013: 119).

Berdasarkan pengertian di atas, bahwa populasi adalah obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang berada pada wilayah tertentu terkait dengan masalah yang akan diteliti, maka populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XII SMK Negeri 2 Klaten jurusan Teknik Pemesinan tahun ajaran 2014/2015. Dasar pertimbangan dipilihnya kelas XII Teknik Pemesinan sebagai populasi dalam penelitian ini adalah:

1. Siswa kelas XII Teknik Pemesinan merupakan siswa yang telah menerima seluruh materi pada Mata Diklat Matematika dari kelas X-XII sehingga memungkinkan bagi siswa kelas XII telah menerima materi-materi Mata Diklat matematika yang dapat menunjang dalam perhitungan-perhitungan yang akan ditemui pada pembuatan program CNC.
2. Siswa kelas XII Teknik Pemesinan telah menempuh Mata Diklat Gambar Teknik yang didalamnya terdapat kemampuan membaca gambar teknik.

3. Siswa kelas XII Teknik Pemesinan telah banyak mendapatkan materi-materi teori kejuruan teknik pemesinan yang telah diberikan sebelum dan selama melakukan praktek Kompetensi Kejuruan.
4. Siswa Kelas XII Teknik Pemesinan merupakan siswa yang sedang menempuh Mata Diklat Kompetensi Kejuruan dengan standar kompetensi Memprogram mesin CNC yang didalamnya terdapat kemampuan membuat program CNC.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XII Program studi Teknik Pemesinan di SMK Negeri 2 Klaten tahun ajaran 2014/2015. Berdasarkan data yang didapat dari pihak sekolah jumlah keseluruhan siswa kelas XII jurusan Teknik Pemesinan adalah 62 siswa dari 2 kelas yaitu kelas XIIMA dan XIIMB. Adapun rincian jumlah populasi tersebut adalah siswa dari kelas XIIMA dan kelas XIIMB berjumlah masing-masing 31 siswa.

F. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang diterapkan dalam penelitian akan sangat menentukan hasil penelitian. Pengumpulan data pada penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh data yang relevan, akurat, dan reliabel terkait variabel-variabel yang terdapat dalam penelitian ini. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dokumentasi.

Dokumentasi adalah mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen rapat, lengger, agenda dan sebagainya (Suharsimi Arikunto, 2013: 274). Metode dokumentasi ini dilakukan dengan jalan mengadakan pencatatan-pencatatan dari dokumen-dokumen yang berkaitan dengan nilai yang merupakan hasil dari ujian yang diberikan oleh pihak sekolah maupun guru pengampu mata

diklat. Metode dokumentasi tersebut digunakan dalam pengukuran seluruh variabel dalam penelitian ini, yaitu diantaranya: kemampuan matematis, membaca gambar teknik, teori pemesinan dan kemampuan membuat program mesin CNC pada siswa kelas XII jurusan teknik pemesinan SMK Negeri 2 Yogyakarta tahun ajaran 2014/2015.

G. Analisis Soal Kemampuan Membuat Program CNC

Berdasarkan hasil dokumentasi, diperoleh transkrip nilai dari keempat variabel. Untuk variabel kemampuan membuat program CNC yang dalam penelitian ini sebagai variabel terikat diperoleh dokumen berupa silabus dan soal tes beserta daftar nilai dari siswa terkait dengan pemrograman CNC 3 Axis (mesin *milling* Siemens 802 S).

Tabel 1. Kisi-kisi Soal Kemampuan Membuat Program CNC

No.	Indikator	Sub Indikator	No. Butir	Σ Butir
1.	Elemen program yang sesuai yang dipilih untuk pengontrol mesin.	a. Pemilihan program yang sesuai	5	1
2	Memahami arti fungsi dasar mesin dan bentuk gerakan perkakas.	a. Penentuan titik referensi.	1	1
		b. Pemilihan tool.	2,3	2
		c. Menentukan <i>feeding</i> (F).	4	1
		d. Menentukan kecepatan putar spindel utama (S).	4	1
		e. Gerak lurus tanpa sayat (G0).	6,16,31	3
		f. Interpolasi lurus (G1).	7,9,11,13,15,17,18,20,22,23,24,26,28,29,30	15
		g. Interpolasi Melingkar (G2/G3).	8,10,12,14,19,21,25,27	8
		h. Menentukan koordinat untuk membuat program.	5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31	27
		i. Akhir program.	32	1
Jumlah				60

H. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan statistik deskriptif, uji persyarat analisis dan uji hipotesis.

1. Analisis Data Deskriptif

Untuk mendeskripsikan data dari variabel-variabel pada penelitian ini menggunakan bantuan *software* SPSS *versi* 17. Dari hasil analisis ini akan didapat harga rerata (M), Modus (Mo), Median (Me), Standar deviasi (SD) nilai maksimum dan minimum. Deskripsi data dilengkapi juga dengan tabel distribusi frekuensi, histogram frekuensi, dan klasifikasi frekuensi skor dari masing-masing variabel. Klasifikasi nilai digolongkan menjadi 3 kategori yaitu:

$x \geq (Mi + 1,5 SDi)$	dikategorikan tinggi
$Mi \leq x < (Mi + 1,5 SDi)$	dikategorikan sedang
$(Mi - 1,5 SDi) \leq x < Mi$	dikategorikan kurang
$x < (Mi - 1,5 SDi)$	dikategorikan rendah

2. Uji Persyaratan Analisis

Setelah diperoleh data dari lapangan, selanjutnya perlu dianalisis sebagai prasyarat uji hipotesis. Uji persyaratan dilakukan untuk mengetahui tentang normalitas, linieritas dan multikolinieritas sebagai syarat uji analisis *product moment* dan regresi ganda.

a. Uji Normalitas

Tujuan uji normalitas adalah mengetahui apakah distribusi yang terjadi merupakan distribusi normal atau tidak. Untuk menguji normalitas data pada penelitian ini digunakan teknik Chi Kwadrat. Pengujian data dengan (χ^2) dilakukan dengan cara membandingkan

kurve normal yang terbentuk dari data yang telah terkumpul dengan kurve normal yang baku/standar (Sugiyono, 2012: 79). Selanjutnya dikemukakan bahwa jika kurve tidak berbeda secara signifikan dengan kurve standar berarti data tersebut berdistribusi normal.

$$x^2 = \sum_{i=1}^k \left(\frac{(fo - fh)^2}{fh} \right)$$

Dimana:

x^2 = Chi kwadrat
 fo = Frekuensi yang diobservasi
 fh = Frekuensi yang diharapkan (Sugiyono, 2012: 107)

Uji normalitas dilakukan dengan bantuan program SPSS. Menurut Sudarmanto (2005: 108), pengambilan keputusan dilakukan dengan melihat besarnya nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* dan dibandingkan dengan tingkat alpha yang kita tetapkan sebelumnya apakah 10%, 5% atau 1%. Kriteria yang digunakan adalah apabila nilai signifikansi lebih dari tingkat alpha yang ditetapkan sebelumnya maka data berdistribusi normal.

b. Uji Linieritas

Uji linearitas bertujuan untuk mengetahui sifat hubungan linier atau tidak antara data variabel bebas dengan data variabel terikat. Untuk keperluan uji linier dilakukan dengan uji F.

$$F = \frac{S^2_{reg}}{S^2_{sis}}$$

Dimana:

F = Statistik F
 S^2_{reg} = Varian regresi
 S^2_{sis} = Varian sisa

Uji Linieritas dilakukan dengan bantuan program SPSS. Menurut Sudarmanto (2005: 135), pengambilan keputusan yang digunakan yaitu dengan menggunakan harga koefisien signifikansi yang kemudian dibandingkan dengan tingkat alpha yang dipilih oleh peneliti, apakah 5% atau 1%. Simpulan yang digunakan adalah apabila nilai signifikansi dari *Deviation from linearity* pada *ANOVA Table* > dari alpha yang ditetapkan maka hubungan antara kedua variabel tersebut linier.

c. Uji Multikolinieritas

Menurut Sudarmanto (2005: 136), Uji multikolinieritas ini dimaksudkan untuk membuktikan atau menguji ada tidaknya hubungan yang linier antara variabel bebas (*independent*) dengan variabel bebas lainnya. Sedangkan pengambilan keputusannya menurut Gerson (2012: 45), dikatakan terjadi multikolinieritas apabila nilai *tolerance* lebih kecil dari 0,2 atau dengan melihat *Variance Inflation Factors* (VIF), yaitu apabila nilai VIF > 5.

3. Uji Hipotesis

a. Analisis Bivariat

Analisis bivariat digunakan untuk menguji hipotesis pertama, kedua dan ketiga yang masing-masing berupa hubungan antara satu variabel independen dan variabel dependen. Untuk menghitung koefisien korelasi antara dua variabel ini digunakan teknik analisis korelasi *product moment*. Menurut Sugiyono (2012: 228), korelasi *product moment* digunakan untuk mencari hubungan dan membuktikan hipotesis hubungan dua variabel bila data kedua

variabel berbentuk interval atau rasio. Untuk mencari besarnya korelasi *product moment* yaitu dengan menggunakan rumus berikut:

$$r_{x_iy} = \frac{n \sum x_i y - (\sum x_i)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}}$$

Selanjutnya menurut Sugiyono (2012: 231), untuk memberikan penafsiran terhadap koefisien korelasi yang ditemukan dapat berpedoman pada tabel berikut:

Tabel 2. Pedoman untuk Memberikan Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

b. Analisis Multivariat

Analisis multivariat digunakan untuk menguji hipotesis keempat, yaitu digunakan untuk mencari hubungan fungsional seluruh prediktor (variabel independen) dengan kriterium (variabel dependen), koefisien determinan dari semua variabel bebas terhadap variabel terikat. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis korelasi ganda dan analisis regresi ganda tiga prediktor.

1) Korelasi Ganda

Korelasi ganda digunakan untuk mengetahui seberapa besar hubungan variabel prediktor X_1 , X_2 , X_3 terhadap variabel kriterium Y . Menurut Sugiyono (2012: 231), korelasi ganda (*multiple correlation*) merupakan angka yang menunjukkan arah dan kuatnya hubungan antara dua variabel independen atau lebih secara bersama-sama dengan satu variabel dependen. Untuk

menghitung besarnya koefisien korelasi ganda menggunakan rumus (Sugiyono, 2012: 286):

$$R_{y.(123)} = \frac{b_1 \sum X_1Y + b_2 \sum X_2Y + b_3 \sum X_3Y}{\sum Y^2}$$

2) Koefisien Determinasi

Menurut Sugiyono (2012: 231), Koefisien determinasi ini disebut juga koefisien penentu, karena varians yang terjadi pada variabel dependen dapat dijelaskan melalui varians yang terjadi pada variabel independen. Besarnya koefisien determinasi adalah kuadrat dari koefisien korelasi (r^2).

3) Persamaan Garis Regresi Dengan 3 Prediktor

Manfaat dari hasil analisis regresi adalah untuk membuat keputusan apakah naik dan menurunnya variabel dependen dapat dilakukan melalui peningkatan variabel independen atau tidak (Sugiyono, 2012: 260). Untuk mencari persamaan garis regresi dengan 3 prediktor, rumus yang digunakan adalah (Sugiyono, 2012: 275):

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

Dimana:

- Y = Kriteria
- X_1 = Prediktor 1
- X_2 = Prediktor 2
- X_3 = Prediktor 3
- a = Konstanta
- b_1 = Koefisien regresi prediktor 1
- b_2 = Koefisien regresi prediktor 2
- b_3 = Koefisien regresi prediktor 3

Untuk mencari koefisien regresi a , b_1 , b_2 , b_3 digunakan persamaan simultan sebagai berikut (Sugiyono, 2012: 283):

$$1. \quad \Sigma X_1 Y = b_1 \Sigma X_1^2 + b_2 \Sigma X_1 X_2 + b_3 \Sigma X_1 X_3$$

$$2. \quad \Sigma X_2 Y = b_1 \Sigma X_1 X_2 + b_2 \Sigma X_2^2 + b_3 \Sigma X_2 X_3$$

$$3. \quad \Sigma X_3 Y = b_1 \Sigma X_1 X_3 + b_2 \Sigma X_2 X_3 + b_3 \Sigma X_3^2$$

$$a = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2 - b_3 \bar{X}_3$$

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

Dalam penelitian ini terdiri dari 4 variabel yang akan diuraikan lebih lanjut. Keempat variabel tersebut adalah kemampuan matematis, kemampuan membaca gambar teknik, kemampuan teori pemesinan sebagai variabel bebas dan kemampuan membuat program CNC sebagai variabel terikat. Setiap data dari masing-masing variabel tersebut dideskripsikan dengan maksud untuk mengetahui gambaran jelas tentang karakteristik data tersebut.

Deskripsi data meliputi data; mean (M), median (Me), modus (Mo), standar deviasi (SD). Deskripsi data dilengkapi dengan penyajian distribusi frekuensi, histogram dan klasifikasi nilai dari masing-masing variabel penelitian. Penjelasan dan uraian dari masing-masing variabel adalah sebagai berikut:

1. Kemampuan Matematis

Data tentang kemampuan matematis siswa kelas XII, diperoleh dari dokumentasi nilai siswa dari ujian sekolah pada semester 2 tahun ajaran 2014/2015 di SMK Negeri 2 Klaten. Standar penilaian dari ujian tersebut adalah skor ideal terendah sebesar 0 dan tertinggi sebesar 10.

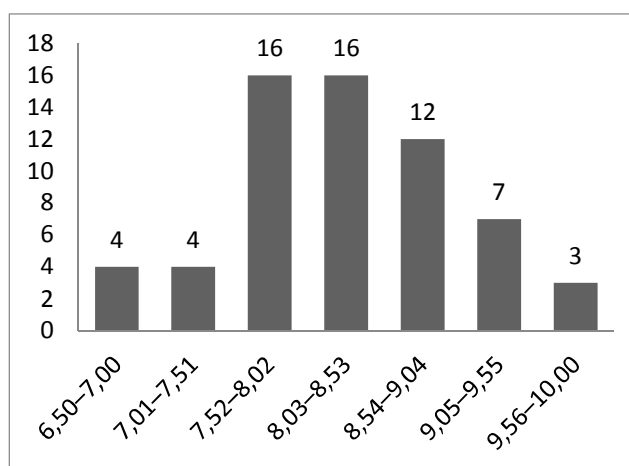
Berdasarkan data yang terkumpul diperoleh skor terendah adalah 6,50 dan skor tertinggi adalah 9,75. Berdasarkan hasil analisis data statistik deskriptif menggunakan program SPSS *versi 17* diperoleh nilai; mean (M) sebesar 8,3790 dan harga simpangan baku (SD) sebesar 0,7928 Hasil analisis data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Berdasarkan data skor terendah dan skor tertinggi dapat ditentukan nilai; rentang, banyak kelas, dan panjang kelas interval guna menyusun tabel distribusi frekuensi, untuk data perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Sedangkan rangkuman dari distribusi frekuensi kemampuan matematis dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Kemampuan Matematis

No.	Kelas Interval	Freku. Abs.	Frek. Kumulatif	Frek. Ref.	Frekuensi Ref. Komul.
1	6,50 – 7,00	4	4	6,45%	6,45%
2	7,01 – 7,51	4	8	6,45%	12,90%
3	7,52 – 8,02	16	24	25,81%	38,71%
4	8,03 – 8,53	16	40	25,81%	64,52%
5	8,54 – 9,04	12	52	19,35%	83,87%
6	9,05 – 9,55	7	59	11,29%	95,16%
7	9,56 – 10,00	3	62	4,84%	100%

Berdasarkan tabel distribusi frekuensi di atas dapat disimpulkan bahwa frekuensi tertinggi berada pada kelas interval 7,52-8,02 dan 8,03-8,53 dengan jumlah masing-masing 16 orang siswa. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada histogram berikut:



Gambar 23. Histogram Distribusi Frekuensi Kemampuan Matematis

Berdasarkan skor ideal terendah 0 dan skor ideal tertinggi 10, maka diperoleh nilai; M ideal sebesar 5 dan SD ideal sebesar 1,67. Maka

diperoleh 4 klasifikasi frekuensi nilai kemampuan matematis yang mengacu pada pembagian wilayah dari kurve normal, yaitu; (1) tinggi, (2) sedang, (3) kurang, dan (4) rendah. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Rangkuman klasifikasi frekuensi nilai dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Klasifikasi Frekuensi Nilai Kemampuan Matematis

No.	Interval	Kategori	Frek. Abs.	Frek. Ref.
1	$7,5 \leq$ sampai 10	Tinggi	54	87,10%
2	$5 \leq$ sampai $< 7,5$	Sedang	8	12,90%
3	$2,5 \leq$ sampai < 5	Kurang	0	0%
4	0 sampai $< 2,5$	Rendah	0	0%

Berdasarkan tabel di atas dapat dijelaskan bahwa nilai kemampuan matematis yang tergolong sedang terdapat 8 orang siswa (12,90%) dan nilai yang tergolong tinggi adalah 54 orang siswa (87,10%).

2. Kemampuan Membaca Gambar Teknik

Data tentang kemampuan membaca gambar teknik siswa kelas XII, diperoleh dari dokumentasi nilai siswa dari ulangan harian yang diadakan oleh guru pengampu mata pelajaran gambar teknik di SMK Negeri 2 Klaten. Standar penilaian dari ujian tersebut adalah skor ideal terendah sebesar 0 dan tertinggi sebesar 10.

Berdasarkan data yang terkumpul diperoleh skor terendah adalah 4,50 dan skor tertinggi adalah 7,50. Berdasarkan hasil analisis data statistik deskriptif menggunakan program SPSS *versi 17* diperoleh nilai; mean (M) sebesar 6,2097 dan harga simpangan baku (SD) sebesar 0,5783 Hasil analisis data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

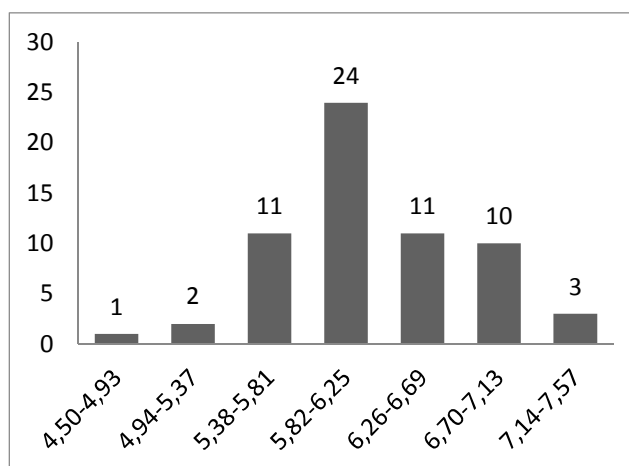
Berdasarkan data skor terendah dan skor tertinggi dapat ditentukan nilai; rentang, banyak kelas, dan panjang kelas interval guna menyusun

tabel distribusi frekuensi, untuk data perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Sedangkan rangkuman dari distribusi frekuensi kemampuan membaca gambar teknik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Kemampuan Membaca Gambar Teknik

No.	Kelas Interval	Freku. Abs.	Frek. Komulatif	Frek. Ref.	Frekuensi Ref. Komul.
1	4,50 - 4,93	1	1	1,61%	1,61%
2	4,94 - 5,37	2	3	3,23%	4,84%
3	5,38 - 5,81	11	14	17,74%	22,58%
4	5,82 - 6,25	24	38	38,71%	61,29%
5	6,26 - 6,69	11	49	17,74%	79,03%
6	6,70 - 7,13	10	59	16,13%	95,16%
7	7,14 - 7,57	3	62	4,84%	100%

Berdasarkan tabel distribusi frekuensi di atas dapat disimpulkan bahwa frekuensi tertinggi berada pada kelas interval 5,82-6,25 dengan jumlah 24 orang siswa (38,71%). Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada histogram berikut:



Gambar 24. Histogram Distribusi Frekuensi Kemampuan Membaca Gambar Teknik

Berdasarkan skor ideal terendah 0 dan skor ideal tertinggi 10, maka diperoleh nilai; M ideal sebesar 5 dan SD ideal sebesar 1,67. Maka diperoleh 4 klasifikasi frekuensi nilai kemampuan membaca gambar

teknik yang mengacu pada pembagian wilayah dari kurve normal, yaitu; (1) tinggi, (2) sedang, (3) kurang, dan (4) rendah. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Rangkuman klasifikasi frekuensi nilai dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Klasifikasi Frekuensi Nilai Kemampuan Membaca Gambar Teknik

No.	Interval	Kategori	Frek. Abs.	Frek. Ref.
1	$7,5 \leq$ sampai 10	Tinggi	1	1,61%
2	$5 \leq$ sampai $< 7,5$	Sedang	60	96,77%
3	$2,5 \leq$ sampai < 5	Kurang	1	1,61%
4	0 sampai $< 2,5$	Rendah	0	0%

Berdasarkan tabel di atas dapat dijelaskan bahwa nilai kemampuan membaca gambar teknik terdapat 1 orang siswa (1,61%) yang tergolong kurang, nilai yang tergolong sedang terdapat 60 siswa (96,77%) dan nilai yang tergolong tinggi berjumlah 1 orang (1,61%).

3. Kemampuan Teori Pemesinan

Data tentang kemampuan teori pemesinan siswa kelas XII, diperoleh dari dokumentasi nilai siswa dari ujian yang diadakan oleh pihak sekolah terkait Kompetensi Kejuruan Teknik Pemesinan di SMK Negeri 2 Klaten, yang didalamnya terdapat materi-materi tentang teori pemesinan. Standar penilaian dari ujian tersebut adalah skor ideal terendah sebesar 0 dan tertinggi sebesar 100.

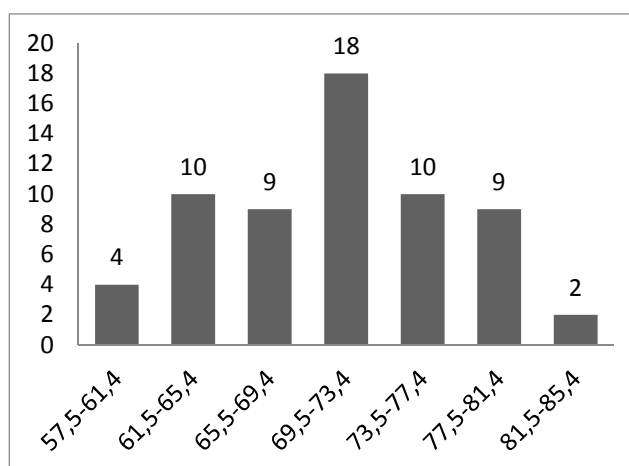
Berdasarkan data yang terkumpul diperoleh skor terendah adalah 57,50 dan skor tertinggi adalah 85,00. Berdasarkan hasil analisis data statistik deskriptif menggunakan program SPSS *versi 17* diperoleh nilai; mean (M) sebesar 70,7258 dan harga simpangan baku (SD) sebesar 6,1801 Hasil analisis data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Berdasarkan data skor terendah dan skor tertinggi dapat ditentukan nilai; rentang, banyak kelas, dan panjang kelas interval guna menyusun tabel distribusi frekuensi, untuk data perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Sedangkan rangkuman dari distribusi frekuensi kemampuan teori pemesinan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Distribusi Frekuensi Kemampuan Teori Pemesinan

No.	Kelas Interval	Freku. Abs.	Frek. Kumulatif	Frek. Ref.	Frekuensi Ref. Komul.
1	57,5 - 61,4	4	4	6,45%	6,45%
2	61,5 - 65,4	10	14	16,13%	22,58%
3	65,5 - 69,4	9	23	14,52%	37,10%
4	69,5 - 73,4	18	41	29,03%	66,13%
5	73,5 - 77,4	10	51	16,13%	82,26%
6	77,5 - 81,4	9	60	14,52%	96,77%
7	81,5 - 85,4	2	62	3,23%	100%

Berdasarkan tabel distribusi frekuensi di atas dapat disimpulkan bahwa frekuensi tertinggi berada pada kelas interval 69,5-73,4 dengan jumlah 18 orang siswa (29,03%). Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada histogram berikut:



Gambar 25. Histogram Distribusi Frekuensi Kemampuan Teori Pemesinan

Berdasarkan skor ideal terendah 0 dan skor ideal tertinggi 100, maka diperoleh nilai; M ideal sebesar 50 dan SD ideal sebesar 16,67. Maka diperoleh 4 klasifikasi frekuensi nilai kemampuan teori pemesinan yang mengacu pada pembagian wilayah dari kurve normal, yaitu; (1) tinggi, (2) sedang, (3) kurang, dan (4) rendah. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Rangkuman klasifikasi frekuensi nilai dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Klasifikasi Frekuensi Nilai Kemampuan Teori Pemesinan

No.	Interval	Kategori	Frek. Abs.	Frek. Ref.
1	75 ≤ sampai < 100	Tinggi	21	33,87%
2	50 ≤ sampai < 75	Sedang	41	66,13%
3	25 ≤ sampai < 50	Kurang	0	0%
4	0 sampai < 25	Rendah	0	0%

Berdasarkan tabel di atas dapat dijelaskan bahwa nilai kemampuan teori pemesinan yang tergolong sedang berjumlah 41 orang siswa (66,13%) dan nilai yang tergolong tinggi terdapat 21 orang siswa (33,87%).

4. Kemampuan Membuat Program CNC

Data tentang kemampuan membuat program mesin CNC siswa kelas XII, diperoleh dari dokumentasi nilai siswa dari ulangan harian yang diadakan oleh guru pengampu mata pelajaran memprogram mesin NC/CNC di SMK Negeri 2 Klaten. Standar penilaian dari ujian tersebut adalah skor ideal terendah sebesar 0 dan tertinggi sebesar 100.

Berdasarkan data yang terkumpul diperoleh skor terendah adalah 37,00 dan skor tertinggi adalah 94,00. Berdasarkan hasil analisis data statistik deskriptif menggunakan program SPSS versi 17 diperoleh nilai;

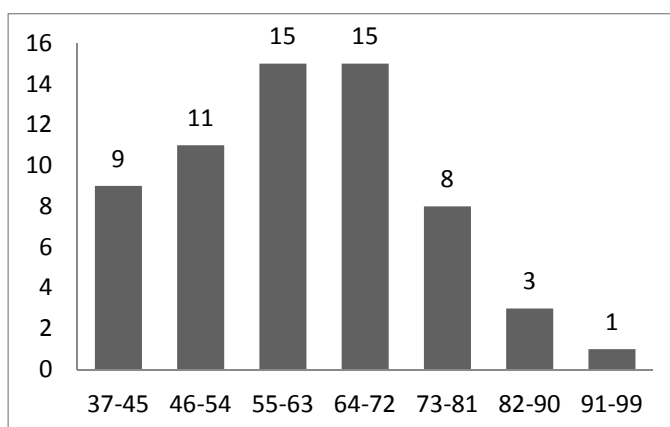
mean (M) sebesar 60,5806 dan harga simpangan baku (SD) sebesar 13,3730. Hasil analisis data dapat dilihat pada lampiran.

Berdasarkan data skor terendah dan skor tertinggi dapat ditentukan nilai; rentang, banyak kelas, dan panjang kelas interval guna menyusun tabel distribusi frekuensi, untuk data perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Sedangkan rangkuman dari distribusi frekuensi kemampuan membuat program CNC dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Distribusi Frekuensi Kemampuan Membuat Program CNC

No.	Kelas Interval	Freku. Abs.	Frek. Kumulatif	Frek. Ref.	Frekuensi Ref. Komul.
1	37 – 45	9	9	14,52%	14,52%
2	46 – 54	11	20	17,74%	32,26%
3	55 – 63	15	35	24,19%	56,45%
4	64 – 72	15	50	24,19%	80,65%
5	73 – 81	8	58	12,90%	93,55%
6	82 – 90	3	61	4,84%	98,39%
7	91 – 99	1	62	1,61%	100%

Berdasarkan tabel distribusi frekuensi di atas dapat disimpulkan bahwa frekuensi tertinggi berada pada kelas interval 55-63 dan 64-72 dengan jumlah 15 orang siswa (24,19%). Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada histogram berikut:



Gambar 26. Histogram Distribusi Frekuensi Kemampuan Membuat Program CNC

Berdasarkan skor ideal terendah 0 dan skor ideal tertinggi 100, maka diperoleh nilai; M ideal sebesar 50 dan SD ideal sebesar 16,67. Maka diperoleh 4 klasifikasi frekuensi nilai kemampuan membuat program CNC yang mengacu pada pembagian wilayah dari kurve normal, yaitu; (1) tinggi, (2) sedang, (3) kurang, dan (4) rendah. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Rangkuman klasifikasi frekuensi nilai dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10. Klasifikasi Frekuensi Nilai Kemampuan Membuat Program CNC

No.	Interval	Kategori	Frek. Abs.	Frek. Ref.
1	$75 \leq$ sampai < 100	Tinggi	10	16,13%
2	$5 \leq$ sampai < 75	Sedang	37	59,68%
3	$25 \leq$ sampai < 50	Kurang	15	24,19%
4	0 sampai < 25	Rendah	0	0%

Berdasarkan tabel di atas dapat dijelaskan bahwa nilai kemampuan membuat program CNC yang tergolong kurang adalah berjumlah 15 orang siswa (24,19%), yang tergolong sedang berjumlah 37 orang siswa (59,68%) dan nilai yang tergolong tinggi terdapat 10 orang siswa (16,13%).

B. Pengujian Persyaratan Analisis

Sebelum dilakukan analisis statistik, terlebih dahulu dilakukan uji persyaratan analisis yang meliputi uji normalitas, uji linieritas dan uji multikolinieritas. Penggunaan uji normalitas bertujuan untuk mengetahui normal atau tidaknya distribusi data yang diperoleh. Penggunaan uji linieritas untuk mengetahui apakah variabel bebas yang dijadikan prediktor mempunyai hubungan linier atau tidak dengan variabel terikat. Sedangkan uji multikolinieritas untuk mengetahui apakah antara variabel bebas terjadi korelasi atau tidak.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Untuk menguji normalitas data menggunakan bantuan *software* SPSS versi 17. Hasil uji normalitas adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil Uji Normalitas

		One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			
		Kemampuan Matematis	Kemampuan Membaca Gambar Teknik	Kemampuan Teori Pemesinan	Kemampuan Membuat Program CNC
N		62	62	62	62
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	8.3790	6.2097	70.7258	60.5806
	Std. Deviation	.79282	.57828	6.18014	13.37302
Most Extreme Differences	Absolute	.107	.133	.113	.052
	Positive	.085	.125	.070	.051
	Negative	-.107	-.133	-.113	-.052
Kolmogorov-Smirnov Z		.840	1.044	.890	.406
Asymp. Sig. (2-tailed)		.481	.225	.407	.997

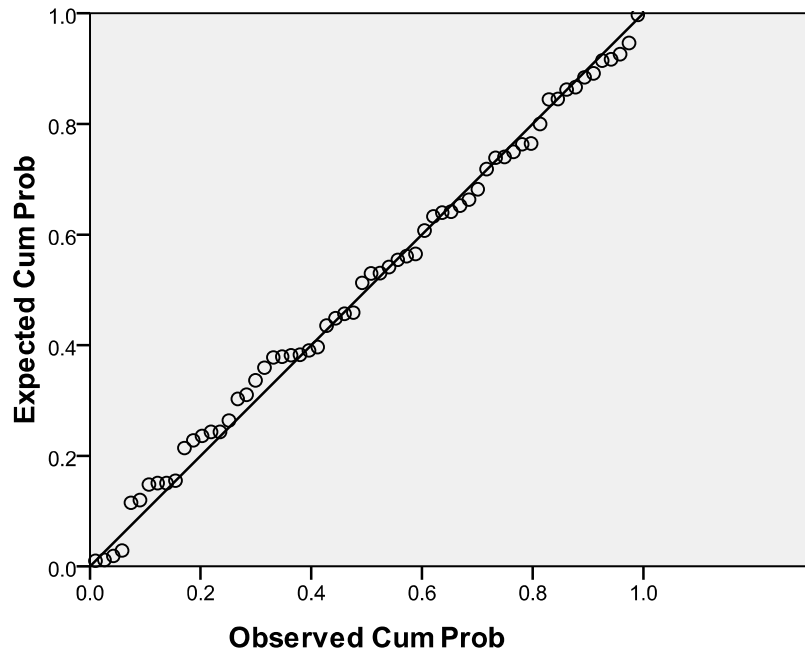
a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Pengambilan keputusan dengan melihat besarnya nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* dan dibandingkan dengan tingkat alpha yang telah ditetapkan sebelumnya, dalam hal ini menggunakan tingkat alpha 0,05. Berdasarkan data di atas diketahui bahwa nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* kemampuan matematis 0,481, kemampuan membaca gambar teknik 0,225, kemampuan teori pemesinan 0,407, dan kemampuan membuat program CNC 0,997. Nilai signifikansi keempat variabel tersebut lebih dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa keempat variabel tersebut berdistribusi normal. Adapun grafik normalitas dapat dilihat pada gambar berikut:

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable: Kemampuan Membuat Program CNC



Gambar 27. Grafik Uji Normalitas

Kesimpulan dari uji normalitas ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 12. Ringkasan Hasil Uji Normalitas

No.	Variabel Penelitian	Asymp. Sig (2-tailed)	Nilai Signifikansi Standar	Keterangan
1	Kemampuan Matematis	0,481	Lebih dari 0,05	Normal
2	Kemampuan Membaca Gambar Teknik	0,225	Lebih dari 0,05	Normal
3	Kemampuan Teori Pemesinan	0,407	Lebih dari 0,05	Normal
4	Kemampuan Membuat Program CNC	0,997	Lebih dari 0,05	Normal

2. Uji Linieritas

Uji linieritas dilakukan untuk mengetahui apakah dua variabel menunjukkan hubungan linier atau tidak. Metode pengambilan keputusan adalah hubungan antara kedua variabel dikatakan linier apabila nilai signifikansi dari *Deviation from linearity* pada *ANOVA Table* > dari alpha, dalam hal ini menggunakan tingkat alpha 0,05. Adapun hasil uji linieritas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 13. Ringkasan Hasil Uji Linieritas

Variabel	Signifikansi	Kondisi	Keterangan
X ₁ -Y	0,359	Lebih dari 0,05	Linier
X ₂ -Y	0,411	Lebih dari 0,05	Linier
X ₃ -Y	0,393	Lebih dari 0,05	Linier

3. Uji Multikolinieritas

Multikolinieritas adalah keadaan dimana antara dua variabel bebas atau lebih pada model regresi terjadi hubungan linier yang sempurna atau mendekati sempurna. Model regresi yang baik mensyaratkan tidak terjadi multikolinieritas antara variabel-variabel bebas tersebut. Pengujian multikolinieritas menggunakan bantuan *software* SPSS 17, yaitu dengan melihat harga *tolerance* dan VIF.

Pengambilan keputusan pada uji multikolinieritas yaitu apabila semakin kecil nilai *tolerance* dan semakin besar nilai VIF maka semakin mendekati multikolinieritas, yaitu jika *tolerance* lebih dari 0,2 dan VIF kurang dari 5 maka tidak terjadi multikolinieritas.

Dari hasil uji multikolinieritas tersebut didapat bahwa ketiga variabel menunjukkan *tolerance* lebih dari 0,2 dan VIF kurang dari 5. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam model regresi tidak terjadi multikolinieritas. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada tabel:

Tabel 14. Hasil Uji Multikolinieritas

Coefficients ^a							
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1 (Constant)	-32.273	25.583		-1.262	.212		
Kemampuan Matematis	4.518	2.040	.268	2.215	.031	.957	1.045
Kemampuan Membaca Gambar Teknik	4.034	2.853	.174	1.414	.163	.919	1.088
Kemampuan Teori Pemesinan	.423	.265	.196	1.598	.116	.933	1.072

a. Dependent Variable: Kemampuan Membuat Program CNC

C. Pengujian Hipotesis

Dalam penelitian ini terdapat empat empat hipotesis yang akan diuji, dan pengujian hipotesis-hipotesis tersebut adalah sebagai berikut:

1. Terdapat hubungan yang positif antara kemampuan matematis dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII SMK Negeri 2 Klaten.

Tabel 15. Hasil Perhitungan Korelasi Kemampuan Matematis dengan Kemampuan Membuat Program CNC

Correlations			
		Kemampuan Membuat Program CNC	Kemampuan Matematis
Kemampuan Membuat Program CNC	Pearson Correlation	1	.327**
	Sig. (2-tailed)		.009
	Sum of Squares and Cross-products	10909.097	211.605
	Covariance	178.838	3.469
	N	62	62
Kemampuan Matematis	Pearson Correlation	.327**	1
	Sig. (2-tailed)	.009	
	Sum of Squares and Cross-products	211.605	38.343
	Covariance	3.469	.629
	N	62	62

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Hubungan antara kemampuan matematis dengan kemampuan membuat program CNC dihitung dengan menggunakan analisis korelasi

product moment. Hasil perhitungan dengan bantuan *software* SPSS 17 menunjukkan adanya korelasi sebesar 0,327. Besarnya nilai koefisien korelasi tersebut dapat diinterpretasikan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel tersebut tergolong rendah. Hasil analisis korelasi *product moment* selengkapnya dapat dilihat pada Table 13 di atas.

2. Terdapat hubungan yang positif antara kemampuan membaca gambar teknik dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII SMK Negeri 2 Klaten.

Hubungan antara kemampuan membaca gambar teknik dengan kemampuan membuat program CNC dihitung dengan menggunakan analisis korelasi *product moment*. Hasil perhitungan dengan bantuan SPSS 17 menunjukkan adanya korelasi sebesar 0,271. Besarnya nilai koefisien korelasi tersebut dapat diinterpretasikan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel tersebut tergolong rendah. Hasil analisis korelasi *product moment* selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 16. Hasil Perhitungan Korelasi Kemampuan Membaca Gambar Teknik dengan Kemampuan Membuat Program CNC

Correlations			
		Kemampuan Membuat Program CNC	Kemampuan Membaca Gambar Teknik
Kemampuan Membuat Program CNC	Pearson Correlation	1	.271*
	Sig. (2-tailed)		.033
	Sum of Squares and Cross-products	10909.097	127.702
	Covariance	178.838	2.093
	N	62	62
Kemampuan Membaca Gambar Teknik	Pearson Correlation	.271*	1
	Sig. (2-tailed)	.033	
	Sum of Squares and Cross-products	127.702	20.399
	Covariance	2.093	.334
	N	62	62

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

3. Terdapat hubungan yang positif antara kemampuan teori pemesinan dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII SMK Negeri 2 Klaten.

Hubungan antara kemampuan teori pemesinan dengan kemampuan membuat program CNC dihitung dengan menggunakan analisis korelasi *product moment*. Hasil perhitungan menunjukkan adanya korelasi sebesar 0,275. Besarnya nilai koefisien korelasi tersebut dapat diinterpretasikan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel tersebut tergolong rendah. Hasil analisis korelasi *product moment* selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 17. Hasil Perhitungan Korelasi Kemampuan Teori Pemesinan dengan Kemampuan Membuat Program CNC

		Correlations	
		Kemampuan Membuat Program CNC	Kemampuan Teori Pemesinan
Kemampuan Membuat Program CNC	Pearson Correlation	1	.275*
	Sig. (2-tailed)		.031
	Sum of Squares and Cross-products	10909.097	1386.371
	Covariance	178.838	22.727
	N	62	62
Kemampuan Teori Pemesinan	Pearson Correlation	.275*	1
	Sig. (2-tailed)	.031	
	Sum of Squares and Cross-products	1386.371	2329.839
	Covariance	22.727	38.194
	N	62	62

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

4. Terdapat hubungan yang positif antara kemampuan matematis, membaca gambar teknik dan teori pemesinan dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII SMK Negeri 2 Klaten.

Hubungan antara kemampuan matematis, membaca gambar teknik dan teori pemesinan dengan kemampuan membuat program CNC dihitung dengan menggunakan analisis regresi linier berganda. Hasil

perhitungan dengan SPSS 17 menunjukkan adanya korelasi sebesar 0,434. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 18. Hasil Perhitungan Korelasi Kemampuan Matematis, Membaca Gambar Teknik dan Teori Pemesinan Dengan Kemampuan Membuat Program CNC

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.434 ^a	.189	.147	12.35319

a. Predictors: (Constant), Kemampuan teori pemesinan, Kemampuan Matematis, Kemampuan Membaca Gambar Teknik

b. Dependent Variable: Kemampuan Membuat Program CNC

Persamaan regresi digunakan untuk memprediksi bagaimana keadaan (naik turunnya) variabel dependen bila dua atau lebih variabel independen sebagai prediktor dimanipulasi (dinaik turunkan nilainya). Rumus persamaan regresi linier berganda yang digunakan untuk 3 variabel independen adalah $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$. Dalam perhitungan persamaan regresi digunakan metode skor deviasi, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\Sigma X_1^2 = 4391,25 - \frac{(519,5)^2}{62} = 38,34$$

$$\Sigma X_2^2 = 2411,13 - \frac{(385)^2}{62} = 20,40$$

$$\Sigma X_3^2 = 312462,5 - \frac{(4385)^2}{62} = 2329,84$$

$$\Sigma Y^2 = 238450 - \frac{(3756)^2}{62} = 10909,10$$

$$\Sigma X_1Y = 31683,25 - \frac{(519,5)(3756)}{62} = 211,60$$

$$\Sigma X_2Y = 23451,25 - \frac{(385)(3756)}{62} = 127,70$$

$$\Sigma X_3Y = 267032,5 - \frac{(4385)(3756)}{62} = 1386,37$$

$$\Sigma X_1 X_2 = 3231,06 - \frac{(519,5)(385)}{62} = 5,14$$

$$\Sigma X_1 X_3 = 36783,75 - \frac{(519,5)(4385)}{62} = 41,69$$

$$\Sigma X_2 X_3 = 27281,88 - \frac{(385)(4385)}{62} = 52,44$$

Untuk mencari koefisien regresi a , b_1 , b_2 dan b_3 , maka nilai-nilai yang sudah didapat di atas kemudian dimasukkan ke dalam rumus persamaan berikut:

$$1. \Sigma X_1 Y = b_1 \Sigma X_1^2 + b_2 \Sigma X_1 X_2 + b_3 \Sigma X_1 X_3$$

$$2. \Sigma X_2 Y = b_1 \Sigma X_1 X_2 + b_2 \Sigma X_2^2 + b_3 \Sigma X_2 X_3$$

$$3. \Sigma X_3 Y = b_1 \Sigma X_1 X_3 + b_2 \Sigma X_2 X_3 + b_3 \Sigma X_3^2$$

Sehingga didapat persamaan:

$$211,60 = 38,34 b_1 + 5,14 b_2 + 41,69 b_3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$127,70 = 5,14 b_1 + 20,40 b_2 + 52,44 b_3 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$1386,37 = 41,69 b_1 + 52,44 b_2 + 2329,84 b_3 \quad \dots\dots\dots (3)$$

Untuk menyelesaikan ketiga persamaan tersebut dengan menggunakan metode eliminasi dan substitusi, maka didapat harga $b_1 = 4,518$; $b_2 = 4,034$; dan $b_3 = 0,423$. Kemudian setelah didapat harga b_1 , b_2 dan b_3 kemudian dimasukan ke dalam persamaan berikut:

$$a = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2 - b_3 \bar{X}_3$$

Diambil $\bar{Y} = 60,58$; $\bar{X}_1 = 8,38$; $\bar{X}_2 = 6,21$; $\bar{X}_3 = 70,73$, sehingga didapat harga $a = -32,273$. Kemudian b_1 , b_2 , b_3 dan a dimasukan ke dalam rumus persamaan regresi yaitu $Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$, sehingga didapat persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = -32,273 + 4,518 X_1 + 4,034 X_2 + 0,423 X_3$$

D. Pembahasan Hasil Penelitian

1. Pembahasan Hasil Pengujian Hipotesis Pertama

Telah ditemukan bahwa variabel kemampuan matematis mempunyai hubungan yang positif dengan kemampuan membuat program CNC dengan besarnya koefisien korelasi adalah 0,327. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat hubungan yang positif antara kemampuan matematis dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII SMK Negeri 2 Klaten dengan nilai koefisien korelasinya sebesar 0,327.

Kemampuan matematika seorang teknisi merupakan bidang keahlian ketiga yang harus dipertimbangkan. Dalam pemrograman *part*, kemampuan matematika sangat dibutuhkan dalam perhitungan yang berkaitan dengan kecepatan dan pemakanan, perhitungan juga dibutuhkan pada penentuan titik-titik interseksi profil, pusat busur dan lain sebagainya (Gibbs & Crandell, 1991: 9-2),. Hal ini dikarenakan dalam metode kerjanya, mesin CNC ini pergerakannya dikontrol menggunakan komputer dengan menggunakan bahasa numerik. Dalam setiap gerakannya, mesin CNC ini digambarkan sebagai suatu koordinat untuk suatu titik yang akan dituju. Dimana titik-titik koordinat tersebut menggunakan metode koordinat kartesian. Sehingga dibutuhkan kemampuan pada materi tentang geometri dan trigonometri untuk dapat melakukan perhitungan dan menentukan titik-titik koordinat tersebut. Sedangkan kemampuan matematis akan sangat membantu dalam perhitungan untuk menentukan besarnya kecepatan pemakanan (*feeding*), kecepatan potong (*cutting speed*), maupun kecepatan putar spindel utama.

2. Pembahasan Hasil Pengujian Hipotesis Kedua

Telah ditemukan bahwa variabel kemampuan membaca gambar teknik mempunyai hubungan yang positif dengan kemampuan membuat program CNC dengan besarnya koefisien korelasi adalah 0,271. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat hubungan yang positif antara kemampuan membaca gambar teknik siswa dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII SMK Negeri 2 Klaten dengan nilai koefisien korelasinya sebesar 0,271.

Kompetensi memprogram CNC erat hubungannya dengan kemampuan membaca gambar teknik. Hal ini dikarenakan dsebelum melakukan pemrograman CNC, terlebih dahulu akan disajikan gambar kerja sebagai alat untuk mengetahui informasi tentang benda kerja seperti apa yang akan dikerjakan. Seperti diketahui dalam gambar kerja memuat bentuk dan elemen geometri dari benda kerja yang akan dikerjakan, sehingga dengan memahami benda kerja maka dapat diketahui titik koordinat yang dilalui pahat dalam proses pemesinannya.

3. Pembahasan Hasil Pengujian Hipotesis Ketiga

Telah ditemukan bahwa variabel kemampuan teori pemesinan mempunyai hubungan yang positif dengan kemampuan membuat program CNC dengan besarnya koefisien korelasi adalah 0,275. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat hubungan yang positif antara kemampuan teori pemesinan dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII SMK Negeri 2 Klaten dengan nilai koefisien korelasinya sebesar 0,275.

Kemampuan teori pemesinan ini sangat diperlukan untuk dapat membuat program CNC yang baik dan benar. Pada program mesin CNC terdapat awal program atau pendahuluan, yang didalamnya salah satunya adalah penentuan besarnya parameter pemesinan diantaranya besarnya pemakanan (*feeding*), kecepatan potong (*cutting speed*) dan kecepatan putar spindel utama yang aman untuk digunakan pada proses pemesinannya. Selain itu dengan menguasai teori pemesinan, akan sangat membantu dalam menentukan langkah pengerjaan yang paling efektif. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk proses pengerjaan juga lebih efisien.

4. Pembahasan Hasil Pengujian Hipotesis Keempat

Telah ditemukan bahwa kemampuan matematis, membaca gambar teknik dan teori pemesinan mempunyai hubungan yang positif dengan kemampuan membuat program CNC sebesar 0,434. Sehingga dapat diartikan bahwa ketiga prediktor tersebut secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap kemampuan membuat program CNC. Adapun harga dari *R Square* atau koefisien determinasinya adalah sebesar 0,189. Hal ini dapat diartikan bahwa ketiga variabel bebas (prediktor) tersebut menentukan terhadap variabel terikat (kriterium) sebesar 18,9%, sedangkan sisanya yaitu sebesar 81,1% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti. Sedangkan hasil dari analisis regresi linier berganda diperoleh persamaan regresi $Y = -32,273 + 4,518X_1 + 4,034X_2 + 0,423X_3$.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data statistik deskriptif siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten untuk masing-masing variabel, diantaranya:
 - a. Variabel kemampuan matematis diperoleh mean (M) = 8,3790 dan standar deviasi (SD) = 0,7928. Berdasarkan tabel klasifikasi, rata-rata data tersebut tergolong tinggi.
 - b. Variabel kemampuan membaca gambar teknik diperoleh mean (M) = 6,2097 dan standar deviasi (SD) = 0,5783. Berdasarkan tabel klasifikasi, rata-rata data tersebut tergolong sedang.
 - c. Variabel kemampuan teori pemesinan didapat mean (M) = 70,7258 dan standar deviasi (SD) = 6,1801. Berdasarkan tabel klasifikasi, rata-rata data tersebut tergolong sedang.
 - d. Variabel kemampuan membuat program CNC didapat mean (M) = 60,5806 dan standar deviasi (SD) = 13,3730. Berdasarkan tabel klasifikasi, rata-rata data tersebut tergolong sedang.
2. Adanya hubungan antara kemampuan matematis dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten, ($r_{x_1y} = 0,327$).

3. Adanya hubungan antara kemampuan membaca gambar teknik dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten, ($r_{x_2y} = 0,271$).
4. Adanya hubungan antara kemampuan teori pemesinan dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten, ($r_{x_3y} = 0,275$).
5. Adanya hubungan antara kemampuan matematis, membaca gambar teknik dan teori pemesinan dengan kemampuan membuat program CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten, ($R_{x_{1,2,3}y} = 0,434$). Adapun harga dari *R Square* atau koefisien determinasinya adalah sebesar 0,189. Hal ini dapat diartikan bahwa kemampuan matematis, membaca gambar teknik dan teori pemesinan bersama-sama menentukan terhadap kemampuan membuat program CNC sebesar 18,9% sedangkan sisanya sebesar 81,1% berasal dari faktor lain yang tidak diteliti.

B. Implikasi Hasil Penelitian

Berdasarkan kesimpulan maka dapat dikemukakan implikasi dari hasil penelitian yaitu bahwa dalam penelitian ini terdapat adanya hubungan yang positif antara kemampuan matematis, membaca gambar teknik dan teori pemesinan terhadap kemampuan membuat program CNC siswa. Hal ini dapat digunakan sebagai petunjuk yang nyata bahwa kemampuan matematis, membaca gambar teknik dan teori pemesinan ikut menentukan dalam kemampuan siswa membuat program CNC. Dengan demikian dapat dijadikan sebagai gambaran kepada berbagai pihak, bahwa guna meningkatkan kemampuan membuat program CNC bagi siswa khususnya

program keahlian Teknik Pemesinan di SMK Negeri 2 Klaten perlu peningkatan kemampuan dalam pemahaman matematis siswa, kemampuan membaca gambar teknik dan teori pemesinan.

C. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini telah diusahakan dilakukan dengan cermat dan seteliti mungkin, namun bukan berarti penelitian ini tidak terdapat kekurangan. Terdapat beberapa kekurangan dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini tidak dapat digeneralisasikan secara luas karena ruang lingkup penelitian ini yang terbatas pada siswa kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan di SMK Negeri 2 Klaten.
2. Data untuk semua variabel yaitu kemampuan matematis, membaca gambar teknik, teori pemesinan dan kemampuan membuat program CNC merupakan data dari nilai ulangan harian dan ujian yang diadakan dari pihak sekolah, sehingga nilai-nilai tersebut belum benar-benar dapat mewakili nilai kemampuan siswa yang sebenarnya dikarenakan meteri ujian yang mungkin masih sangat luas.
3. Dalam penelitian ini hanya terdapat 3 variabel independent yang diteliti untuk mengetahui kemampuan membuat program CNC, padahal masih dimungkinkan terdapat banyak variabel yang dapat mempengaruhi kemampuan membuat program CNC.

D. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dikemukakan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi siswa khususnya kelas XII program keahlian Teknik Pemesinan di SMK Negeri 2 Klaten, agar selalu meningkatkan belajar dan kedisiplinan dalam mengikuti proses pembelajaran pada setiap mata pelajaran. Hal ini dikarenakan pada suatu kompetensi tertentu pasti dipengaruhi oleh kompetensi lainnya, sehingga siswa harus mengoptimalkan setiap kompetensi yang ada. Contoh nyata terdapat pada kemampuan matematika, gambar teknik dan teori pemesinan dimana kompetensi-kompetensi tersebut ikut menentukan terhadap kompetensi memprogram mesin NC/CNC.
2. Bagi guru di SMK Negeri 2 Klaten, penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan kajian guna mengoptimalkan kemampuan siswanya, yaitu dengan mengoptimalkan juga faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil belajar.
3. Siswa diberikan penjelasan pentingnya mata pelajaran matematika, gambar teknik, teori pemesinan dan memprogram mesin NC/CNC khususnya pada bidang teknik. Sehingga dapat menumbuhkan minat siswa terhadap mata pelajaran yang akan dipelajarinya tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Mulyono. (2003). *Pendidikan Bagi Anak Berkesulitan Belajar*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Arikunto, Suharsimi. (2013). *Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Darmanto, Joko. (2007). *Modul Bekerja Dengan Mesin Bubut Untuk SMK Teknologi dan Industri*. Yogyakarta: Yudhistira.
- Darmanto, Joko. (2007). *Modul CNC Milling*. Yogyakarta: Yudhistira Ghalia Indonesia.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2002). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Emrizal MZ. (2009). *Membaca dan memahami gambar teknik mesin*. Yogyakarta: Yudhistira Ghalia Indonesia.
- Emrizal MZ. (2007). *Mesin Bubut Computer Numerically Controlled (CNC)*. Yogyakarta: Yudhistira Ghalia Indonesia.
- Encyclopædia Britannica. (2002). *Class X Mathematics Trigonometry and Statistics*. New Delhi: Popular Prakashan.
- Garson, G. David. (2012). *Testing Statistical Assumptions*. Asheboro: Statistical Publishing Associates.
- Gerling, Heinrich. 1982. *All About Machine Tools*. New Delhi: M.S. Sejwal for Wiley Eaastern Limited.
- Gibbs, David & Crandell, Thomas M. (1993). *Dasar-Dasar Teknik dan Pemrograman CNC*. Jakarta: PT Rosda Jayaputra.
- Giesecke, Frederick E. (2000). *Gambar Teknik (jilid 2)*. Jakarta: Erlangga.
- Greenberg, Marvin Jay. (1993). *Euclidean and non-Euclidean Geometries*. United States: W.H. Freeman.
- Hakim, Thursan. (2005). *Belajar Secara Efektif*. Jakarta: Niaga Swadaya.
- Harsokoesoemo, H. Darmawan. (2004). *Pengantar Perancangan Teknik*. Bandung: ITB
- Hartoro, Sirod & Pardjono. (2002). *Menggambar Mesin*. Yogyakarta: Adicita Karya Nusa
- Hawadi, Reni Akbar. (2001). *Psikologi Perkembangan Anak*. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Hollebrandse, J. J. (1993). *Teknik Pemrograman dan Aplikasi CNC*. Jakarta: PT Rosda Jayaputra.
- Khattar, Dinesh. (2007). *The Pearson Guide to Complete Mathematics for AIEEE*. India: Pearson Education.
- Lynch, B.J. & Parr, R.E. (2000). *Mathematics Study and Dictionary*. South Melbourn: Oxford University Press.

- Martanto, Hudi. (2007). *Modul Bekerja Dengan Mesin Umum*. Yogyakarta: Yudhistira.
- Masykur, Moch & Fathani, Abdul Hakim. (2009). *Mathematical Intelligence*. Yogyakarta: Arr-Ruzz Media.
- Mayer, Richard E. (2009). *Multimedia Learning Prinsip-prinsip dan Aplikasi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Moyer, Robert E. (2013). *Schaum's Outlines Trigonometry*. United States: Mc Graw Hill.
- Purwoko, Bambang S.H. (2015). *Pemrograman CNC Dasar*. Yogyakarta: UPP Universitas Negeri Yogyakarta.
- Robbins, Stephen P. & Judge, Timothy A. (2008). *Perilaku Organisasi*. Jakarta: Salemba empat.
- Rochim, Taufiq. (2007). *Klasifikasi Proses, Gaya & Daya Pemesinan*. Bandung: ITB
- Sato, G. Takeshi & Hartanto, N. Sugiarto. (2005). *Menggambar Mesin Menurut I.S.O*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Slameto. (2013). *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Subagio, Dalmasius Ganjar. (2008). *Teknik Pemrograman CNC Bubut dan Frais (CNC Lathe and Milling Machine Programming)*. Jakarta: LIPI Press.
- Sudarmanto, R. Gunawan. (2005). *Analisis Regresi Linear Ganda dengan SPSS*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sudjana, Nana. (2005). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Sugiyono. (2012). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabet.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: CV Alfabet.
- Sukmadinata, Nana Syaodih. (2005). *Landasan Psikologi Proses Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Sunaryo. (2004). *Psikologi Untuk Keperawatan*. Jakarta: EGC.
- Tim Pengembang MKDP. (2012). *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Umaryadi. (2007). *Modul Bekerja dengan Mesin Frais Untuk SMK Teknologi dan Industri*. Yogyakarta: Yudhistira.
- Waridah, Ernawati & Suzana. (2014). *Kamus Bahasa Indonesia untuk pelajar, Mahasiswa, & Umum*. Bandung: Ruang Kata.
- Widarto. et. al. (2008). *Teknik Pemesinan jilid 1 Untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Yogaswara, Eka. (1999). *Mesin Bubut Konvensional dan CNC*. Bandung: Armico.
- Yogaswara, Eka. (2005). *Pemesinan*. Bandung: CV. Armico.



LAMPIRAN



LAMPIRAN 1

REKAPITULASI SKOR DATA PENELITIAN

TABEL REKAPITULASI SKOR VARIABEL

No.	Nama Siawa	Kelas	Skor Variabel X1	Skor Variabel X2	Skor Variabel X3	Skor Variabel Y
1	Responden 1	XII TPM A	6.50	5.75	77.5	55
2	Responden 2	XII TPM A	9.50	7.00	75.0	74
3	Responden 3	XII TPM A	7.50	6.00	80.0	56
4	Responden 4	XII TPM A	8.25	6.00	70.0	55
5	Responden 5	XII TPM A	8.25	6.25	70.0	67
6	Responden 6	XII TPM A	9.50	6.50	67.5	78
7	Responden 7	XII TPM A	9.25	7.00	67.5	65
8	Responden 8	XII TPM A	8.25	5.50	60.0	51
9	Responden 9	XII TPM A	8.50	6.00	62.5	53
10	Responden 10	XII TPM A	7.25	6.25	65.0	68
11	Responden 11	XII TPM A	9.00	5.25	62.5	64
12	Responden 12	XII TPM A	9.75	7.00	67.5	60
13	Responden 13	XII TPM A	9.00	4.50	57.5	42
14	Responden 14	XII TPM A	9.00	6.00	80.0	43
15	Responden 15	XII TPM A	9.50	7.00	75.0	42
16	Responden 16	XII TPM A	8.75	5.75	75.0	53
17	Responden 17	XII TPM A	9.00	6.75	75.0	61
18	Responden 18	XII TPM A	9.75	5.50	72.5	39
19	Responden 19	XII TPM A	8.75	5.50	72.5	69
20	Responden 20	XII TPM A	9.00	6.25	82.5	82
21	Responden 21	XII TPM A	8.50	7.00	72.5	37
22	Responden 22	XII TPM A	9.50	7.00	72.5	74
23	Responden 23	XII TPM A	9.00	7.25	70.0	81
24	Responden 24	XII TPM A	8.50	6.50	75.0	58
25	Responden 25	XII TPM A	8.00	6.00	72.5	46
26	Responden 26	XII TPM A	8.75	5.75	70.0	68
27	Responden 27	XII TPM A	9.50	6.00	70.0	77
28	Responden 28	XII TPM A	9.75	6.75	77.5	57
29	Responden 29	XII TPM A	7.25	7.50	72.5	58
30	Responden 30	XII TPM A	9.50	6.00	75.0	77
31	Responden 31	XII TPM A	7.25	6.75	77.5	65
32	Responden 32	XII TPM B	8.50	6.25	75.0	81
33	Responden 33	XII TPM B	8.00	5.50	72.5	72
34	Responden 34	XII TPM B	8.00	5.00	75.0	61
35	Responden 35	XII TPM B	8.50	7.25	72.5	67
36	Responden 36	XII TPM B	8.00	6.50	85.0	83
37	Responden 37	XII TPM B	8.25	6.00	72.5	77

38	Responden 38	XII TPM B	8.50	6.00	75.0	71
39	Responden 39	XII TPM B	7.75	6.50	57.5	55
40	Responden 40	XII TPM B	8.00	6.00	65.0	47
41	Responden 41	XII TPM B	9.00	6.00	70.0	59
42	Responden 42	XII TPM B	8.25	6.50	67.5	64
43	Responden 43	XII TPM B	8.00	6.50	67.5	67
44	Responden 44	XII TPM B	6.75	6.00	67.5	49
45	Responden 45	XII TPM B	8.00	6.00	62.5	42
46	Responden 46	XII TPM B	6.75	6.50	62.5	38
47	Responden 47	XII TPM B	8.00	6.25	65.0	57
48	Responden 48	XII TPM B	8.50	6.25	67.5	94
49	Responden 49	XII TPM B	8.75	6.50	67.5	63
50	Responden 50	XII TPM B	9.00	7.00	62.5	83
51	Responden 51	XII TPM B	8.00	6.50	72.5	51
52	Responden 52	XII TPM B	8.50	6.25	77.5	69
53	Responden 53	XII TPM B	8.00	6.00	70.0	59
54	Responden 54	XII TPM B	7.75	6.50	77.5	49
55	Responden 55	XII TPM B	8.25	6.50	75.0	65
56	Responden 56	XII TPM B	8.50	6.25	80.0	60
57	Responden 57	XII TPM B	7.75	5.50	65.0	48
58	Responden 58	XII TPM B	8.50	6.00	77.5	69
59	Responden 59	XII TPM B	6.50	5.50	65.0	39
60	Responden 60	XII TPM B	8.00	6.00	70.0	54
61	Responden 61	XII TPM B	7.75	5.50	57.5	48
62	Responden 62	XII TPM B	7.75	5.75	67.5	40

LAMPIRAN 2

HASIL DOKUMENTASI VARIABEL TERIKAT

 **SILABUS KOMPETENSI MEMPROGRAM MESIN NC/CNC**

 **SOAL TES & KUNCI JAWABAN**

SILABUS

NAMA SEKOLAH : SMK NEGERI 2 KLATEN
 MATA PELAJARAN : KOMPETENSI KEJURUAN
 KELAS/SEMESTER : XII / 5 & 6
 STANDAR KOMPETENSI : Memprogram mesin NC / CNC
 KODE KOMPETENSI : 014KK16
 ALOKASI WAKTU : 108 X 45 menit

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
					TM	PS	PI	
1. Mengenal bagian-bagian program mesin NC/CNC	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elemen program yang sesuai yang dipilih untuk pengontrol mesin. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengenalan program mesin CNC ▪ Pemilihan program yang sesuai 	Tatap Muka (TM) <ul style="list-style-type: none"> • Pengenalan program mesin CNC • Memahami pemilihan program yang sesuai (jujur , disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, gemar membaca dan tanggung jawab) Tugas terstruktur (TT) Menyebutkan macam- macam metoda pemrograman pada mesin CNC (jujur , disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, gemar membaca dan tanggung jawab) Tugas tidak terstruktur (TTT) Menjelaskan kelebihan masing – masing metoda pemrograman (jujur , disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, gemar membaca dan tanggung jawab)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tertulis 	6	6 (12)	6 (24)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contoh program cnc ▪ Buku cnc TU 2A dan 3A

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
					TM	PS	PI	
2. Menulis program mesin NC/CNC	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gambar teknik dan memahami arti fungsi dasar mesin dan bentuk-bentuk gerakan perkakas dapat dimengerti. ▪ Koordinat dihitung untuk lintasan perkakas sederhana atau fungsi dasar permesinan ▪ Program dalam standar KODE KOMPETENSI format yang sesuai dengan prosedur operasi standar ditulis. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifikasi gambar kerja ▪ Identifikasi bentuk gerakan alat potong ▪ Penulisan program operasi mesin. ▪ Penentuan koordinat untuk membuat program. ▪ Penulisan Program NC/CNC dengan standar KODE KOMPETENSI format pada prosedur operasi standar. 	<p>Tatap Muka (TM)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami gambar kerja ▪ Memahami bentuk gerakan alat potong ▪ Menulis program operasi mesin. ▪ Memahami cara menentukan koordinat untuk membuat program. ▪ Memahami penulisan program NC/CNC dengan standar KODE KOMPETENSI format pada prosedur operasi standar. ▪ Membuat program dengan format dan prosedur operasi standar <p>(jujur , disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, gemar membaca dan tanggung jawab)</p> <p>Tugas terstruktur (TT)</p> <p>Membuat program mesin CNC sesuai dengan gambar kerja</p> <p>(jujur , disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, gemar membaca dan tanggung jawab)</p> <p>Tugas tidak terstruktur (TTT)</p> <p>Menjelaskan langkah langkah lintasan pahat sesuai dengan program mesin cnc yang dibuat</p> <p>(jujur , disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, gemar membaca dan tanggung jawab)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tertulis ▪ Pengamatan 	12	14 (48)	4 (16)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gambar kerja ▪ Contoh program cnc ▪ Mesin cnc Tu2A dan 3A ▪ Simulator cnc TU 3A/2A

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
					TM	PS	PI	
3. Melaksanakan lembar penulisan operasi NC/CNC;	<ul style="list-style-type: none"> Lembar operasi dihasilkan sesuai dengan spesifikasi berdasarkan dengan prosedur operasi standar. 	<ul style="list-style-type: none"> Penulisan informasi dalam lembar operasi NC/CNC. 	<p>Tatap Muka (TM)</p> <ul style="list-style-type: none"> Memahami cara menyusun informasi dalam lembar operasi NC/CNC (jujur , disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, gemar membaca dan tanggung jawab) <p>Tugas terstruktur (TT)</p> <p>Menulis program pada simulator mesin CNC (jujur , disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, gemar membaca dan tanggung jawab)</p> <p>Tugas tidak terstruktur (TTT)</p> <p>Menjelaskan langkah langkah penulisan program pada simulator mesin CNC (jujur , disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, gemar membaca dan tanggung jawab)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Pengamatan 	2	10 (20)	4 (16)	<ul style="list-style-type: none"> Simulator cnc Buku modul M7.18A

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
					TM	PS	PI	
4. Mencoba program	<ul style="list-style-type: none"> Mesin dioperasikan dengan cara manual untuk mengetest dan membuktikan program sesuai persyaratan Program diedit untuk penyetelan operasi sesuai persyaratan. Komponen - komponen diperiksa untuk kesesuaian terhadap spesifikasi sesuai persyaratan. 	<ul style="list-style-type: none"> pengoperasian mesin NC/CNC sesuai manual Pengeditan program NC/CNC sesuai standar prosedur. Pemeriksaan komponen mesin 	<p>Tatap Muka (TM)</p> <ul style="list-style-type: none"> Memahami cara mengoperasikan mesin NC/CNC sesuai manual Memahami editing program NC/CNC sesuai standar prosedur. Memahami pemeriksaan komponen mesin Mengoperasikan mesin NC/CNC sesuai manual Melaksanakan pemeriksaan komponen mesin <p>(jujur , disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, gemar membaca dan tanggung jawab)</p> <p>Tugas terstruktur (TT)</p> <p>Mencoba menjalankan program pada simulator mesin CNC</p> <p>Mengedit program pada simulator Mesin CNC</p> <p>(jujur , disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, gemar membaca dan tanggung jawab)</p> <p>Tugas tidak terstruktur (TTT)</p> <p>Menjelaskan langkah langkah pengoprasian program pada simulator mesin CNC</p> <p>(jujur , disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, gemar membaca dan tanggung jawab)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Tertulis Pengamatan Pemberian tugas 	8	34 (68)	10 (40)	<ul style="list-style-type: none"> Simulator Mesin cnc 2A/3A Instruksi kerja Peralatan utama mesin cnc
Jumlah					24	64 (128)	20 (80)	▪

SOAL TES KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC

5

Buat Program Gambar diatas
 Tool 1 diameternya 8 mm
 Dibagian tengah dibuat buat huruf B posisi dibuat simetris , perbandingan lurus 4 : 3 dan radius huruf sebelah dalam minimal 5 mm sedangkan kedalamnya 3 mm

SMK NEGERI 2 KLATEN		Bahan
TEST. 1		
	Digambar : B. Eko	Skala : 1 : 1
	Diperiksa :	Ukuran : mm
Toleransi : +0,1	Tanggal :	waktu :

KUNCI JAWABA SOAL CNC

N	G/M	X	Y	Z	F	S	Keterangan
10	G54						Pemindahan titik 0 mesin ke Benda
20	T1						Panggil Tool1
30	ATC						Auto Tool Change
40	G94 M3				F150	S1000	Penentuan kecepatan spindle dan feeding
50	G90 G0	X-15.	Y0.	Z15.			Posisi awal pisau
60	G0	X-6.		Z-5.			→
70	G1	X99.					→
80	G3	X118.	Y19.		I0.	J19.	R15
90	G1		Y75.				↑
100	G3	X105.	Y88.		I-13.	J0.	R9
110	G1	X18.					←
120	G3	X0.	Y70.		I0.	J-18.	R14
130	G1		Y12.				↓
140	G3	X12.	Y0.		I12.	J0.	R8
150	G1			Z3.			Naik
160	G0	X28.	Y12.				↗
170	G1			Z-3.			Turun
180	G1	X70.					→
190	G3	X82.	Y24.		I0.	J12.	R8
200	G1		Y28				↑
210	G3	X70.	Y40.		I-12	J0.	R8
220	G1	X28.					←
230	G1		Y48.				↑
240	G1	X70.					→
250	G3	X82.	Y60.		I0.	J12.	R8
260	G1		Y64				↑
270	G3	X70.	Y76.		I-12.	J0.	R8
280	G1	X28.					←
290	G1		Y12.				↓
300	G1			Z3.			Naik
310	G0	X-15.	Y0.	Z15.			↙
320	M30						Program berakhir

LAMPIRAN 3

HASIL ANALISIS DESKRIPTIF DATA

- ✚ HASIL ANALISIS DESKRIPTIF (X_1, X_2, X_3 & Y)
- ✚ PERHITUNGAN RENTANG, BANYAK & PANJANG KELAS INTERVAL (X_1, X_2, X_3 & Y)
- ✚ PERHITUNGAN MI, SDI & KLASIFIKASI NILAI (X_1, X_2, X_3 & Y)

DESKRIPSI DATA KEMAMPUAN MATEMATIS

Frequencies

Statistics

Kemampuan Matematis

N	Valid	62
	Missing	0
Mean		8.3790
Median		8.5000
Mode		8.00
Std. Deviation		.79282
Minimum		6.50
Maximum		9.75

Kemampuan Matematis

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	6.50	2	3.2	3.2	3.2
	6.75	2	3.2	3.2	6.5
	7.25	3	4.8	4.8	11.3
	7.50	1	1.6	1.6	12.9
	7.75	5	8.1	8.1	21.0
	8.00	11	17.7	17.7	38.7
	8.25	6	9.7	9.7	48.4
	8.50	10	16.1	16.1	64.5
	8.75	4	6.5	6.5	71.0
	9.00	8	12.9	12.9	83.9
	9.25	1	1.6	1.6	85.5
	9.50	6	9.7	9.7	95.2
	9.75	3	4.8	4.8	100.0
	Total	62	100.0	100.0	

DESKRIPSI DATA KEMAMPUAN MEMBACA GAMBAR TEKNIK

Frequencies

Statistics

Kemampuan Membaca Gambar Teknik

N	Valid	62
	Missing	0
Mean		6.2097
Median		6.2500
Mode		6.00
Std. Deviation		.57828
Minimum		4.50
Maximum		7.50

Kemampuan Membaca Gambar Teknik

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 4.50	1	1.6	1.6	1.6
5.00	1	1.6	1.6	3.2
5.25	1	1.6	1.6	4.8
5.50	7	11.3	11.3	16.1
5.75	4	6.5	6.5	22.6
6.00	16	25.8	25.8	48.4
6.25	8	12.9	12.9	61.3
6.50	11	17.7	17.7	79.0
6.75	3	4.8	4.8	83.9
7.00	7	11.3	11.3	95.2
7.25	2	3.2	3.2	98.4
7.50	1	1.6	1.6	100.0
Total	62	100.0	100.0	

DESKRIPSI DATA KEMAMPUAN TEORI PEMESINAN

Frequencies

Statistics

Kemampuan Teori Pemesinan

N	Valid	62
	Missing	0
Mean		70.7258
Median		71.2500
Mode		72.50 ^a
Std. Deviation		6.18014
Minimum		57.50
Maximum		85.00

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Kemampuan Teori Pemesinan

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	57.50	3	4.8	4.8	4.8
	60.00	1	1.6	1.6	6.5
	62.50	5	8.1	8.1	14.5
	65.00	5	8.1	8.1	22.6
	67.50	9	14.5	14.5	37.1
	70.00	8	12.9	12.9	50.0
	72.50	10	16.1	16.1	66.1
	75.00	10	16.1	16.1	82.3
	77.50	6	9.7	9.7	91.9
	80.00	3	4.8	4.8	96.8
	82.50	1	1.6	1.6	98.4
	85.00	1	1.6	1.6	100.0
	Total	62	100.0	100.0	

DESKRIPSI DATA KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC

Frequencies

Statistics

Kemampuan Membuat Program CNC

N	Valid	62
	Missing	0
Mean		60.5806
Median		60.0000
Mode		42.00 ^a
Std. Deviation		13.37302
Minimum		37.00
Maximum		94.00

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Kemampuan Membuat Program CNC

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	37.00	1	1.6	1.6	1.6
	38.00	1	1.6	1.6	3.2
	39.00	2	3.2	3.2	6.5
	40.00	1	1.6	1.6	8.1
	42.00	3	4.8	4.8	12.9
	43.00	1	1.6	1.6	14.5
	46.00	1	1.6	1.6	16.1
	47.00	1	1.6	1.6	17.7
	48.00	2	3.2	3.2	21.0
	49.00	2	3.2	3.2	24.2
	51.00	2	3.2	3.2	27.4
	53.00	2	3.2	3.2	30.6
	54.00	1	1.6	1.6	32.3
	55.00	3	4.8	4.8	37.1
	56.00	1	1.6	1.6	38.7
	57.00	2	3.2	3.2	41.9
	58.00	2	3.2	3.2	45.2
	59.00	2	3.2	3.2	48.4
	60.00	2	3.2	3.2	51.6
	61.00	2	3.2	3.2	54.8
	63.00	1	1.6	1.6	56.5
	64.00	2	3.2	3.2	59.7
	65.00	3	4.8	4.8	64.5
	67.00	3	4.8	4.8	69.4

68.00	2	3.2	3.2	72.6
69.00	3	4.8	4.8	77.4
71.00	1	1.6	1.6	79.0
72.00	1	1.6	1.6	80.6
74.00	2	3.2	3.2	83.9
77.00	3	4.8	4.8	88.7
78.00	1	1.6	1.6	90.3
81.00	2	3.2	3.2	93.5
82.00	1	1.6	1.6	95.2
83.00	2	3.2	3.2	98.4
94.00	1	1.6	1.6	100.0
Total	62	100.0	100.0	

**PERHITUNGAN RENTANG, BANYAK KELAS
DAN PANJANG KELAS INTERVAL
VARIABEL X_1 , X_2 , X_3 DAN Y**

1. Kemampuan Matematis (X_1)

Skor terendah	= 6,50
Skor tertinggi	= 9,75
Rentang	= data terbesar – data terkecil = 9,75 – 6,5 = 3,25
Banyak kelas	= $\{1+(3,3 \times \log n)\}$ = $\{1+(3,3 \times \log 62)\}$ = 6,915 dibulatkan menjadi 7
Panjang kelas interval	= Rentang/banyak kelas = 3,25/7 = 0,464 dibulatkan menjadi 0,5

2. Kemampuan Membaca Gambar Teknik (X_2)

Skor terendah	= 4,50
Skor tertinggi	= 7,50
Rentang	= data terbesar – data terkecil = 7,50 – 4,50 = 3,00
Banyak kelas	= $\{1+(3,3 \times \log n)\}$ = $\{1+(3,3 \times \log 62)\}$ = 6,915 dibulatkan menjadi 7
Panjang kelas interval	= Rentang/banyak kelas = 3,00/7 = 0,429 dibulatkan menjadi 0,43

3. Kemampuan Teori Pemesinan (X_3)

Skor terendah	= 57,50
Skor tertinggi	= 80,00
Rentang	= data terbesar – data terkecil = 85,00 – 57,50 = 27,50
Banyak kelas	= $\{1+(3,3 \times \log n)\}$ = $\{1+(3,3 \times \log 62)\}$ = 6,915 dibulatkan menjadi 7
Panjang kelas interval	= Rentang/banyak kelas = 27,50/7 = 3,928 dibulatkan menjadi 3,9

4. Kemampuan Membuat Program CNC (Y)

Skor terendah	= 37,00
Skor tertinggi	= 94,00
Rentang	= data terbesar – data terkecil = 94,00 – 37,00 = 57,00
Banyak kelas	= $\{1+(3,3 \times \log n)\}$

Panjang kelas
interval

$$\begin{aligned} &= \{1+(3,3 \times \log 62)\} \\ &= 6,915 \text{ dibulatkan menjadi } 7 \\ &= \text{Rentang/banyak kelas} \\ &= 57,00/7 \\ &= 8,143 \text{ dibulatkan menjadi } 8 \end{aligned}$$

PERHITUNGAN RERATA IDEAL (MI), STANDAR DEVIASI IDEAL (SDI) DAN KLASIFIKASI NILAI KEMAMPUAN MATEMATIS

Untuk mengklasifikasikan nilai terlebih dahulu harus dilakukan perhitungan harga M ideal dan SD ideal. Untuk menghitung digunakan acuan sebagai berikut:

$$M_i = \frac{1}{2} (ST + SR)$$

$$SD_i = \frac{1}{6} (ST - SR)$$

Keterangan:

ST : Nilai Tertinggi

SR : Nilai Terendah

$$\begin{aligned} M_i &= \frac{1}{2} (ST + SR) \\ &= \frac{1}{2} (10 + 0) \\ &= \frac{1}{2} (10) \\ &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_i &= \frac{1}{6} (ST - SR) \\ &= \frac{1}{6} (10 - 0) \\ &= \frac{1}{6} (10) \\ &= 1,67 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan harga rata-rata ideal dan standar deviasi ideal diatas, diperoleh klasifikasi nilai dengan penggunaan rumus sebagai berikut:

Rumus / Acuan Norma	Proses Perhitungan
$x \geq (M_i + 1,5 SD_i)$	$x \geq (5 + 1,5 \cdot 1,67)$
$M_i \leq x < (M_i + 1,5 SD_i)$	$5 \leq x < (5 + 1,5 \cdot 1,67)$
$(M_i - 1,5 SD_i) \leq x < M_i$	$(5 - 1,5 \cdot 1,67) \leq x < 5$
$x < (M_i - 1,5 SD_i)$	$x < (5 - 1,5 \cdot 1,67)$

Hasil Perhitungan	Kategori (Klasifikasi)
$x \geq 7,5$	Tinggi
$5 \leq x < 7,5$	Sedang
$2,5 \leq x < 5$	Kurang
$x < 2,5$	Rendah

Keterangan:

1. ST = Skor ideal tertinggi 10
2. SR = Skor ideal terendah 0

**PERHITUNGAN RERATA IDEAL (MI), STANDAR DEVIASI IDEAL (SDI) DAN
KLASIFIKASI NILAI KEMAMPUAN MEMBACA GAMBAR TEKNIK**

Untuk mengklasifikasikan nilai terlebih dahulu harus dilakukan perhitungan harga M ideal dan SD ideal. Untuk menghitung digunakan acuan sebagai berikut:

$$M_i = \frac{1}{2} (ST + SR)$$

$$SD_i = \frac{1}{6} (ST - SR)$$

Keterangan:

ST : Nilai Tertinggi

SR : Nilai Terendah

$$\begin{aligned} M_i &= \frac{1}{2} (ST + SR) \\ &= \frac{1}{2} (10 + 0) \\ &= \frac{1}{2} (10) \\ &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_i &= \frac{1}{6} (ST - SR) \\ &= \frac{1}{6} (10 - 0) \\ &= \frac{1}{6} (10) \\ &= 1,67 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan harga rata-rata ideal dan standar deviasi ideal diatas, diperoleh klasifikasi nilai dengan penggunaan rumus sebagai berikut:

Rumus / Acuan Norma	Proses Perhitungan
$x \geq (M_i + 1,5 SD_i)$	$x \geq (5 + 1,5 \cdot 1,67)$
$M_i \leq x < (M_i + 1,5 SD_i)$	$5 \leq x < (5 + 1,5 \cdot 1,67)$
$(M_i - 1,5 SD_i) \leq x < M_i$	$(5 - 1,5 \cdot 1,67) \leq x < 5$
$x < (M_i - 1,5 SD_i)$	$x < (5 - 1,5 \cdot 1,67)$

Hasil Perhitungan	Kategori (Klasifikasi)
$x \geq 7,5$	Tinggi
$5 \leq x < 7,5$	Sedang
$2,5 \leq x < 5$	Kurang
$x < 2,5$	Rendah

Keterangan:

1. ST = Skor ideal tertinggi 10
2. SR = Skor ideal terendah 0

**PERHITUNGAN RERATA IDEAL (MI), STANDAR DEVIASI IDEAL (SDI) DAN
KLASIFIKASI NILAI KEMAMPUAN TEORI PEMESINAN**

Untuk mengklasifikasikan nilai terlebih dahulu harus dilakukan perhitungan harga M ideal dan SD ideal. Untuk menghitung digunakan acuan sebagai berikut:

$$M_i = \frac{1}{2} (ST + SR)$$

$$SD_i = \frac{1}{6} (ST - SR)$$

Keterangan:

ST : Nilai Tertinggi

SR : Nilai Terendah

$$\begin{aligned} M_i &= \frac{1}{2} (ST + SR) \\ &= \frac{1}{2} (100 + 0) \\ &= \frac{1}{2} (100) \\ &= 50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_i &= \frac{1}{6} (ST - SR) \\ &= \frac{1}{6} (100 - 0) \\ &= \frac{1}{6} (100) \\ &= 16,67 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan harga rata-rata ideal dan standar deviasi ideal diatas, diperoleh klasifikasi nilai dengan penggunaan rumus sebagai berikut:

Rumus / Acuan Norma	Proses Perhitungan
$x \geq (M_i + 1,5 SD_i)$	$x \geq (50 + 1,5 \cdot 16,67)$
$M_i \leq x < (M_i + 1,5 SD_i)$	$50 \leq x < (50 + 1,5 \cdot 16,67)$
$(M_i - 1,5 SD_i) \leq x < M_i$	$(50 - 1,5 \cdot 16,67) \leq x < 50$
$x < (M_i - 1,5 SD_i)$	$x < (50 - 1,5 \cdot 16,67)$

Hasil Perhitungan	Kategori (Klasifikasi)
$x \geq 75$	Tinggi
$50 \leq x < 75$	Sedang
$25 \leq x < 50$	Kurang
$x < 25$	Rendah

Keterangan:

3. ST = Skor ideal tertinggi 100

4. SR = Skor ideal terendah 0

**PERHITUNGAN RERATA IDEAL (MI), STANDAR DEVIASI IDEAL (SDI) DAN
KLASIFIKASI NILAI KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC**

Untuk mengklasifikasikan nilai terlebih dahulu harus dilakukan perhitungan harga M ideal dan SD ideal. Untuk menghitung digunakan acuan sebagai berikut:

$$M_i = \frac{1}{2} (ST + SR)$$

$$SD_i = \frac{1}{6} (ST - SR)$$

Keterangan:

ST : Nilai Tertinggi

SR : Nilai Terendah

$$M_i = \frac{1}{2} (ST + SR)$$

$$= \frac{1}{2} (100 + 0)$$

$$= \frac{1}{2} (100)$$

$$= 50$$

$$SD_i = \frac{1}{6} (ST - SR)$$

$$= \frac{1}{6} (100 - 0)$$

$$= \frac{1}{6} (100)$$

$$= 16,67$$

Berdasarkan hasil perhitungan harga rata-rata ideal dan standar deviasi ideal diatas, diperoleh klasifikasi nilai dengan penggunaan rumus sebagai berikut:

Rumus / Acuan Norma	Proses Perhitungan
$x \geq (M_i + 1,5 SD_i)$	$x \geq (50 + 1,5 \cdot 16,67)$
$M_i \leq x < (M_i + 1,5 SD_i)$	$50 \leq x < (50 + 1,5 \cdot 16,67)$
$(M_i - 1,5 SD_i) \leq x < M_i$	$(50 - 1,5 \cdot 16,67) \leq x < 50$
$x < (M_i - 1,5 SD_i)$	$x < (50 - 1,5 \cdot 16,67)$

Hasil Perhitungan	Kategori (Klasifikasi)
$x \geq 75$	Tinggi
$50 \leq x < 75$	Sedang
$25 \leq x < 50$	Kurang
$x < 25$	Rendah

Keterangan:

5. ST = Skor ideal tertinggi 100

6. SR = Skor ideal terendah 0

LAMPIRAN 4

UJI PERSYARATAN ANALISIS

 **UJI NORMALITAS**

 **UJI LINIERITAS**

 **UJI MULTIKOLINERITAS**

**UJI NORMALITAS VARIABEL KEMAMPUAN MATEMATIS (X_1),
KEMAMPUAN MEMBACA GAMBAR TEKNIK (X_2), KEMAMPUAN
TEORI PEMESINAN (X_3) DAN KEMAMPUAN MEMBUAT
PROGRAM CNC (Y)**

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kemampuan Matematis	Kemampuan Membaca Gambar Teknik	Kemampuan Teori Pemesinan	Kemampuan Membuat Program CNC
N		62	62	62	62
Normal Parameters ^{a, b}	Mean	8.3790	6.2097	70.7258	60.5806
	Std. Deviation	.79282	.57828	6.18014	13.37302
Most Extreme Differences	Absolute	.107	.133	.113	.052
	Positive	.085	.125	.070	.051
	Negative	-.107	-.133	-.113	-.052
Kolmogorov-Smirnov Z		.840	1.044	.890	.406
Asymp. Sig. (2-tailed)		.481	.225	.407	.997

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**UJI LINIERITAS KEMAMPUAN MATEMATIS (X_1) DENGAN
KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC (Y)**

ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kemampuan Membuat Program CNC * Kemampuan Matematis	Between Groups	(Combined) Linearity	3139.329	12	261.611	1.650	.109
		Deviation from Linearity	1167.799	1	1167.799	7.365	.009
			1971.531	11	179.230	1.130	.359
	Within Groups		7769.767	49	158.567		
	Total		10909.097	61			

Measures of Association

	R	R Squared	Eta	Eta Squared
Kemampuan Membuat Program CNC * Kemampuan Matematis	.327	.107	.536	.288

**UJI LINIERITAS KEMAMPUAN MEMBACA GAMBAR TEKNIK (X₂) DENGAN
KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC (Y)**

ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kemampuan	Between	(Combined)	2565.561	11	233.233	1.398	.203
Membuat Program	Groups	Linearity	799.429	1	799.429	4.791	.033
CNC * Kemampuan		Deviation from	1766.132	10	176.613	1.058	.411
Membaca Gambar		Linearity					
Teknik	Within Groups		8343.536	50	166.871		
	Total		10909.097	61			

Measures of Association

	R	R Squared	Eta	Eta Squared
Kemampuan Membuat Program CNC * Kemampuan Membaca Gambar Teknik	.271	.073	.485	.235

**UJI LINIERITAS KEMAMPUAN TEORI PEMESINAN (X₃) DENGAN
KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC (Y)**

ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kemampuan Membuat Program CNC * Kemampuan Teori Pemesinan	Between Groups	(Combined)	2619.975	11	238.180	1.437	.186
		Linearity	824.960	1	824.960	4.976	.030
		Deviation from Linearity	1795.014	10	179.501	1.083	.393
	Within Groups		8289.122	50	165.782		
Total			10909.097	61			

Measures of Association

	R	R Squared	Eta	Eta Squared
Kemampuan Membuat Program CNC * Kemampuan Teori Pemesinan	.275	.076	.490	.240

UJI MULTIKOLINIERITAS KEMAMPUAN MATEMATIS (X₁), KEMAMPUAN MEMBACA GAMBAR TEKNIK (X₂) DAN KEMAMPUAN TEORI PEMESINAN (X₃)

Collinearity

Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Kemampuan Teori Pemesinan, Kemampuan Matematis, Kemampuan Membaca Gambar Teknik ^a		Enter

a. All requested variables entered.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-32.273	25.583		-1.262	.212		
	Kemampuan Matematis	4.518	2.040	.268	2.215	.031	.957	1.045
	Kemampuan Membaca Gambar Teknik	4.034	2.853	.174	1.414	.163	.919	1.088
	Kemampuan Teori Pemesinan	.423	.265	.196	1.598	.116	.933	1.072

a. Dependent Variable: Kemampuan Membuat Program CNC

Collinearity Diagnostics^a

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions			
				(Constant)	Kemampuan Matematis	Kemampuan Membaca Gambar Teknik	Kemampuan Teori Pemesinan
1	1	3.984	1.000	.00	.00	.00	.00
	2	.007	23.346	.00	.77	.19	.15
	3	.006	25.608	.00	.00	.67	.54
	4	.003	37.677	1.00	.23	.14	.32

a. Dependent Variable: Kemampuan Membuat Program CNC

LAMPIRAN 5

HASIL UJI HIPOTESIS

- ✚ UJI KORELASI $X_1 \rightarrow Y$
- ✚ UJI KORELASI $X_2 \rightarrow Y$
- ✚ UJI KORELASI $X_3 \rightarrow Y$
- ✚ UJI REGRESI GANDA TIGA PREDIKTOR

**KORELASI PRODUCT MOMENT
KEMAMPUAN MATEMATIS (X₁) DENGAN KEMAMPUAN
MEMBUAT PROGRAM CNC (Y)**

Correlations

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Kemampuan Membuat Program CNC	60.5806	13.37302	62
Kemampuan Matematis	8.3790	.79282	62

Correlations

		Kemampuan Membuat Program CNC	Kemampuan Matematis
Kemampuan Membuat Program CNC	Pearson Correlation	1	.327**
	Sig. (2-tailed)		.009
	Sum of Squares and Cross-products	10909.097	211.605
	Covariance	178.838	3.469
	N	62	62
Kemampuan Matematis	Pearson Correlation	.327**	1
	Sig. (2-tailed)	.009	
	Sum of Squares and Cross-products	211.605	38.343
	Covariance	3.469	.629
	N	62	62

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**KORELASI PRODUCT MOMENT
KEMAMPUAN MEMBACA GAMBAR TEKNIK (X₂) DENGAN KEMAMPUAN
MEMBUAT PROGRAM CNC (Y)**

Correlations

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Kemampuan Membuat Program CNC	60.5806	13.37302	62
Kemampuan Membaca Gambar Teknik	6.2097	.57828	62

Correlations

		Kemampuan Membuat Program CNC	Kemampuan Membaca Gambar Teknik
Kemampuan Membuat Program CNC	Pearson Correlation	1	.271*
	Sig. (2-tailed)		.033
	Sum of Squares and Cross-products	10909.097	127.702
	Covariance	178.838	2.093
	N	62	62
Kemampuan Membaca Gambar Teknik	Pearson Correlation	.271*	1
	Sig. (2-tailed)	.033	
	Sum of Squares and Cross-products	127.702	20.399
	Covariance	2.093	.334
	N	62	62

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**KORELASI PRODUCT MOMENT
KEMAMPUAN TEORI PEMESINAN (X₃) DENGAN KEMAMPUAN MEMBUAT
PROGRAM CNC (Y)**

Correlations

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Kemampuan Membuat Program CNC	60.5806	13.37302	62
Kemampuan Teori Pemesinan	70.7258	6.18014	62

Correlations

		Kemampuan Membuat Program CNC	Kemampuan Teori Pemesinan
Kemampuan Membuat Program CNC	Pearson Correlation	1	.275 [*]
	Sig. (2-tailed)		.031
	Sum of Squares and Cross-products	10909.097	1386.371
	Covariance	178.838	22.727
	N	62	62
Kemampuan Teori Pemesinan	Pearson Correlation	.275 [*]	1
	Sig. (2-tailed)	.031	
	Sum of Squares and Cross-products	1386.371	2329.839
	Covariance	22.727	38.194
	N	62	62

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

REGRESI GANDA TIGA PREDIKTOR KEMAMPUAN MATEMATIS (X_1), KEMAMPUAN MEMBACA GAMBAR TEKNIK (X_2) DAN KEMAMPUAN TEORI PEMESINAN (X_3) TERHADAP KEMAMPUAN MEMBUAT PROGRAM CNC (Y)

Regression

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.434 ^a	.189	.147	12.35319

a. Predictors: (Constant), Kemampuan Teori Pemesinan, Kemampuan Matematis, Kemampuan Membaca Gambar Teknik

b. Dependent Variable: Kemampuan Membuat Program CNC

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2058.223	3	686.074	4.496	.007 ^a
	Residual	8850.874	58	152.601		
	Total	10909.097	61			

a. Predictors: (Constant), Kemampuan Teori Pemesinan, Kemampuan Matematis, Kemampuan Membaca Gambar Teknik

b. Dependent Variable: Kemampuan Membuat Program CNC

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-32.273	25.583		-1.262	.212		
	Kemampuan Matematis	4.518	2.040	.268	2.215	.031	.957	1.045
	Kemampuan Membaca Gambar Teknik	4.034	2.853	.174	1.414	.163	.919	1.088
	Kemampuan Teori Pemesinan	.423	.265	.196	1.598	.116	.933	1.072

a. Dependent Variable: Kemampuan Membuat Program CNC

LAMPIRAN 6

SURAT-SURAT KETERANGAN DAN PERIJINAN



PEMERINTAH KABUPATEN KLATEN
DINAS PENDIDIKAN
SMK NEGERI 2 KLATEN

Alamat : Senden – Ngawen – Klaten. Phone Telp./Fax.: (0272) 3354021, 3354022
Email : smkn2klt@yahoo.com. Website : www.smkn2klaten.sch.id

KLATEN



SURAT KETERANGAN

Nomor : -

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dra. Sri Hartini
NIP : 19640926 200701 2 004
Jabatan : Sebagai guru pengampu mata pelajaran matematika kelas XII MB 2014/2015

Dengan ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

Nama : Sahrul
NIM : 11503241014
Pekerjaan : Mahasiswa Pend. Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta

Telah melakukan pengambilan data penelitian terkait mata pelajaran matematika di SMK Negeri 2 Klaten.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Klaten, 4 Desember 2015
Guru SMK Negeri 2 Klaten,

Dra. Sri Hartini
NIP. 19640926 200701 2 004



PEMERINTAH KABUPATEN KLATEN
DINAS PENDIDIKAN
SMK NEGERI 2 KLATEN

Alamat : Senden – Ngawen – Klaten. Phone Telp./Fax.: (0272) 3354021, 3354022
Email : smkn2kit@yahoo.com. Website : www.smkn2klaten.sch.id

KLATEN



SURAT KETERANGAN

Nomor : -

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kristiana Widayati, S.Pd
NIP : 19720929 200604 2 016
Jabatan : Sebagai guru pengampu mata pelajaran matematika kelas XII MA 2014/2015

Dengan ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

Nama : Sahrul
NIM : 11503241014
Pekerjaan : Mahasiswa Pend. Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta

Telah melakukan pengambilan data penelitian terkait mata pelajaran matematika di SMK Negeri 2 Klaten.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Klaten, 4 Desember 2015
Guru SMK Negeri 2 Klaten,

Kristiana Widayati, S.Pd
NIP. 19720929 200604 2 016



PEMERINTAH KABUPATEN KLATEN
DINAS PENDIDIKAN
SMK NEGERI 2 KLATEN

Alamat : Senden – Ngawen – Klaten. Phone Telp./Fax.: (0272) 3354021, 3354022
Email : smkn2klt@yahoo.com. Website : www.smkn2klaten.sch.id

KLATEN



SURAT KETERANGAN

Nomor : -

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Budi Rahardjo, S.Pd
NIP : 19740515 200801 1 011
Jabatan : Sebagai guru pengampu mata pelajaran gambar teknik

Dengan ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

Nama : Sahrul
NIM : 11503241014
Pekerjaan : Mahasiswa Pend. Teknik Mesin Universitas Negeri
Yogyakarta

Telah melakukan pengambilan data penelitian terkait mata pelajaran gambar teknik di SMK Negeri 2 Klaten.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Klaten, 8 Desember 2015
Guru SMK Negeri 2 Klaten,

Budi Rahardjo, S.Pd
NIP. 19740515 200801 1 011



PEMERINTAH KABUPATEN KLATEN
DINAS PENDIDIKAN
SMK NEGERI 2 KLATEN

Alamat : Senden – Ngawen – Klaten. Phone Telp./Fax.: (0272) 3354021, 3354022
Email : smkn2kit@yahoo.com. Website : www.smkn2klaten.sch.id

KLATEN



SURAT KETERANGAN

Nomor : -

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Drs. Anton Usmanto
NIP : 19600811 198803 1 005
Jabatan : Sebagai guru teknik mesin SMK Negeri 2 Klaten

Dengan ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

Nama : Sahrul
NIM : 11503241014
Pekerjaan : Mahasiswa Pend. Teknik Mesin Universitas Negeri
Yogyakarta

Telah melakukan pengambilan data penelitian terkait teori kejuruan teknik pemesinan di SMK Negeri 2 Klaten.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Klaten, 4 Desember 2015
Guru SMK Negeri 2 Klaten,

Drs. Anton Usmanto
NIP. 19600811 198803 1 005



PEMERINTAH KABUPATEN KLATEN
DINAS PENDIDIKAN
SMK NEGERI 2 KLATEN

Alamat : Senden – Ngawen – Klaten. Phone Telp./Fax.: (0272) 3354021, 3354022
Email : smkn2klt@yahoo.com. Website : www.smkn2klaten.sch.id

KLATEN



SURAT KETERANGAN

Nomor : -

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Drs. Bambang Eko P.
NIP : 19621225 198803 1 009
Jabatan : Sebagai guru pengampu kompetensi memprogram dan mengoperasikan mesin NC/CNC kelas XII 2014/2015

Dengan ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

Nama : Sahrul
NIM : 11503241014
Pekerjaan : Mahasiswa Pend. Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta

Telah melakukan pengambilan data penelitian terkait kompetensi memprogram dan mengoperasikan mesin NC/CNC di SMK Negeri 2 Klaten.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Klaten, 8 Desember 2015
Guru SMK Negeri 2 Klaten,

Drs. Bambang Eko P.
NIP. 19621225 198803 1 009



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281

Certificate No. QSC 00592

Telp. (0274) 586168 psw. 276,289,292 (0274) 586734 Fax: (0274) 586734

website : <http://ft.uny.ac.id> e-mail: ft@uny.ac.id ; teknik@uny.ac.id

Nomor: 1456/H34/PL/2015

08 Juni 2015

Lamp. :

Hal : Ijin Penelitian

Yth.

- 1 . Gubernur DIY c.q. Ka. Badan Kesatuan Bangsa dan Perlindungan Masyarakat (Kesbanglinmas) DIY
- 2 . Gubernur Provinsi Jawa Tengah c.q. Ka. Bappeda Provinsi Jawa Tengah
- 3 . Bupati Kabupaten Klaten c.q. Kepala BAPPEDA Kabupaten Klaten
- 4 . Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda , dan Olahraga Provinsi Jawa Tengah
- 5 . Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda , dan Olahraga Kabupaten Klaten
- 6 . Kepala SMK Negeri 2 Klaten

Dalam rangka pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul Hubungan Kemampuan Matematis, Membaca Gambar Teknik dan Teori Pemesinan Terhadap Kemampuan Membuat Program CNC Siswa Kelas XII Jurusan Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten, bagi Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:

No.	Nama	NIM	Jurusan	Lokasi
1	Sahrul	11503241014	Pend. Teknik Mesin - S1	SMK Negeri 2 Klaten

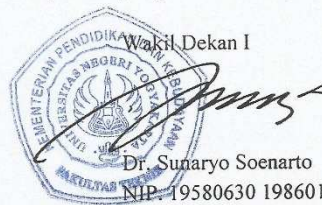
Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu :

Nama : Bambang Setiyo Hari P., M.Pd.

NIP : 19571006 198812 1 001

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai Tanggal 8 Juni s/d 25 Juli 2015.

Demikian permohonan ini, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama ini, kami mengucapkan terima kasih.



Dr. Sunaryo Soenarto

NIP. 19580630 198601 1 001

Tembusan :

Ketua Jurusan



PEMERINTAH KABUPATEN KLATEN
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH
(BAPPEDA)

Jl. Pemuda No. 294 Gedung Pemda II Lt. 2 Telp. (0272)321046 Psw 314-318 Faks 328730
KLATEN 57424

Nomor : 072/856/VI/09
 Lampiran : -
 Perihal : **Ijin Penelitian**

Klaten, 11 Juni 2015
 Kepada Yth.
 Ka. SMKN 2 Klaten
 Di -

KLATEN

Menunjuk Surat dari Dekan Fak. Teknik UNY No..1456/UN34/PL/2015 Tgl. 8 Juni 2015 Perihal Permohonan Ijin Penelitian, dengan hormat kami beritahukan bahwa di Wilayah/Instansi Saudara akan dilaksanakan Penelitian oleh :

Nama : Sahrul
 Alamat : Karangmalang Yogyakarta
 Pekerjaan : Mahasiswa Fak. Teknik UNY
 Penanggungjawab : Dr. Sunaryo Soenarto
 Judul/topik : Hubungan Kemampuan Matematis, Membaca Gambar Teknik Dan Teori Permesinan Terhadap Kemampuan Membuat Program CNC Siswa Kelas XII Jurusan Teknik Permesinan SMK Negeri 2 Klaten
 Jangka Waktu : 3 Bulan (11 Juni s/d 11 September 2015)
 Catatan : Menyerahkan Hasil Penelitian Berupa **Hard Copy** dan **Soft Copy** Ke Bidang PEPP/Litbang BAPPEDA Kabupaten Klaten

Demikian atas kerjasama yang baik selama ini kami ucapkan terimakasih

An. BUPATI KLATEN
 Kepala BAPPEDA Kabupaten Klaten
 Ub. Sekretaris



Hari Budiono, SH
 Pembina Tingkat I
 NIP 19611008 1912 1 001

- Tembusan disampaikan Kepada Yth :
1. Ka. Kantor Kesbangpol Kab. Klaten
 2. Ka. Dinas Pendidikan Kab. Klaten
 3. Dekan Fak. Teknik UNY
 4. Yang Bersangkutan
 5. Arsip;



PEMERINTAH KABUPATEN KLATEN
DINAS PENDIDIKAN
SMK NEGERI 2 KLATEN
Alamat : Senden – Ngawen - Klaten. Phone. Telp./ Fax.: (0272) 3354021, 3354022
Email : smkn2 klt@ yahoo.com. Website : www.smkn2klaten.sch.id



KLATEN

SURAT KETERANGAN

Nomor : 070/1662.5/13/2015.

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala SMK Negeri 2 Klaten, di Senden, Kecamatan Ngawen, Kabupaten Klaten menerangkan :

N a m a : SAHRUL.
Alamat : Karangmalang, Yogyakarta.
Pekerjaan : Mahasiswa Fak. Teknik UNY.
Fakultas Teknik : Universitas Negeri Yogyakarta.
Penanggung Jawab : Dr. Sunaryo Soenarto.
Judul /Topik : "Hubungan Kemampuan Matematis, Membaca Gambar Teknik dan Teori Pemesinan terhadap Kemampuan membuat Program CNC siswa Kelas XII Jurusan Teknik Pemesinan SMK Negeri 2 Klaten".

bahwa berdasarkan :

1. Surat Dekan Fakultas Teknik UNY No. 1456/UN34/PL/2015 Tanggal, 8 Juni 2015 tentang permohonan Ijin Penelitian.
2. Surat dari Kepala BAPPEDA Kabupaten Klaten Nomor 072/856/VI/09 tanggal, 11 Juni 2015 tentang permohonan Ijin Penelitian jangka waktu penelitian 3 bulan (11 Juni 2015 s/d 11 September 2015)

telah melakukan penelitian di SMK Negeri 2 Klaten.

Demikian surat keterangan ini dibuat, untuk dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Klaten, 13 Agustus 2015.

Kepala SMK Negeri 2 Klaten



Dr. WARDANI SUGIYANTO, M.Pd.

NIP. 19640311 198910 1 001.

LAMPIRAN 7

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR SKRIPSI



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR SKRIPSI



Nama Mahasiswa : Sahrul

Dosen Pembimbing : Bambang SHP., M.Pd.

NIM : 11503241014

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Judul TAS :

HUBUNGAN KEMAMPUAN MATEMATIS, MEMBACA GAMBAR TEKNIK
 DAN TEORI PEMESINAN TERHADAP KEMAMPUAN MEMBUAT
 PROGRAM CNC SISWA KELAS XII JURUSAN TEKNIK PEMESINAN
 SMK NEGERI 2 KLATEN



Bimb. Ke	Hari/Tanggal	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pembimbing
1	19-01-2015	BAB I.	Identifikasi model keterbelakangan	
2	31-03-2015	BAB II	Teori kemampuan CNC - Matematis disesuaikan di judul	
3	21-04-2015	Bab II	- Konsep belajar - Konsep Program NC	
4	15-05-2015	Bab II Revisi	BAB II OK, lanjut BAB III	
5	01-06-2015	Proposal OK		
6	18-08-2015	Analisis DATA	Buat Laporan lengkap Bab I-V	



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR SKRIPSI



Bimb. Ke	Hari/Tanggal	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pembimbing
7	01-09-2015	BMB I - II	Buat draft skripsi lengkap	
8	15-09-2015	Skripsi lengkap	Ace ujian	
9				
10				

Yogyakarta, 14 September 2015

Ketua Prodi Diknik Mesin

Mahasiswa,

Dr. Wagiran
NIP. 19750627 200112 1 001

Sahrul
NIM. 11503241014