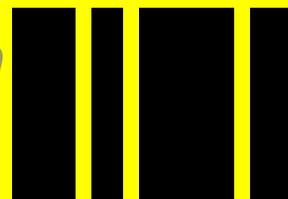


ISSN:1829-7021

Vol. 8 No. 1 Des 2013

JETC *Jurnal Elektronika Telekomunikasi & Computer*



- PENGELOLAAN TEKNOLOGI INFORMASI UNTUK KEUNGGULAN
BISNIS*** 1-9
Ilham Thaief
- PENGEMBANGAN COMPACT DISC MULTIMEDIA INTERAKTIF
DALAM RANGKA MENUNJANG PROSES PRAKTIKUM MAHASISWA
ELEKTRONIKA FT UNM*** 10-18
Mantasia
- ANALISIS SISTEM KEAMANAN PADA ELEARNING*** 19-27
Supriadi
- SISTEM HARDWARE KWH LISTRIK PRABAYAR BERBASIS
MIKROKONTROLLER*** 28-36
Luther Pagiling
- PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DIGITAL BERBASIS u-TRAINER
APLICATION BOARD*** 37-45
Lumu
- PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI AKADEMIK BERBASIS SMS
GATEWAY*** 46-53
Saliruddin
- DPENGEMBANGAN MODUL MESIN CNC (COMPUTER
NUMERICAL CONTROL SEBAGAI SARANA PRAKTIKUM DALAM
PEMBUATAN PAPAN PCB*** 54-67
Hendra Jaya
- APLIKASI KOMPUTER EDUKASI BERBASIS OPEN SOURCE BAGI
ANAK PRA SEKOLAH DAN TK*** 68-77
Edy Sabara

**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR**

JETC

Volume

Nomor

Hlm.

Makassar

ISSN

8

1

1-77

DES 2013

1829-7021

ISSN: 1829-7021

JURNAL ELEKTRONIKA TELEKOMUNIKASI DAN COMPUTER

Terbit secara berkala setiap 6 bulan (Juni dan Desember)
Diterbitkan sejak Desember 2006 oleh Jurusan Pendidikan Teknik
Elektronika

Vol. 8, No. 1, Des 2013

Penanggung jawab:

Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNM

Pimpinan Redaksi:

Lu'mu Taris

Redaktur Pelaksana:

Hendra Jaya
Misita Anwar
Muh. Ma'ruf Idris
Ummiati Rahmah
Faisal Syafar
Purnamawati
Edy Sabara
Tasri Ponta
Mantasia

Penyunting Ahli:

Adhi Susanto (UGM)
Mayong Maman (UNM)
Roro Rosulindo (PolBan)
Romi Wahono (ILKOM)
Sapto Haryoko (UNM)
Balza Achmad (UGM)

Penyunting Pelaksana:

Hasanah Nur
Ilham Thaief
Saliruddin
Supriadi
Sabran

Tata Usaha:

H. Amiruddin
Marwan Aidit
Mulyadi

**Redaksi menerima tulisan ilmiah dalam bidang elektronika, komunikasi dan computer
berupa gagasan, pendidikan & pelatihan, hasil penelitian, aplikasi, dan rekayasa.**

Sekretariat Redaksi:

Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar
Jl. Dg. Tata Raya Parangtambung Makassar Sul-sel
Telpon: 0411-840894; 081328540086; Fax: 0411-840894
e-mail: jetc_unm@yahoo.com

PENGEMBANGAN MODUL MESIN CNC (COMPUTER NUMERICAL CONTROL SEBAGAI SARANA PRAKTIKUM DALAM PEMBUATAN PAPAN PCB

Hendra Jaya

Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik
Universitas Negeri Makassar

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah: 1) Mengetahui unsur-unsur modul praktikum mesin CNC ; 2) Aplikasi yang bisa menjalankan mesin CNC seperti Mach3 dan RouterPro3000; 3) Mengetahui langkah-langkah menjalankan mesin CNC untuk pembuatan jalur PCB; 4) Untuk mengetahui ketetapan pada jalur dengan cara mengukurnya. Penelitian ini adalah penelitian pengembangan FourD (4D). Menurut Borg & Gall (2003:772), penelitian pengembangan adalah penelitian yang berorientasi untuk mengembangkan dan memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan. Sukmadinata (2008 :190), mengemukakan penelitian dan pengembangan merupakan pendekatan penelitian untuk menghasilkan produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. Produk yang dihasilkan bisa berbentuk software, ataupun hardware seperti buku, modul, paket, program pembelajaran ataupun alat bantuan belajar. Kesimpulan dari hasil pembuatan modul praktikum mesin CNC (Computer Numerical Control) di Jurusan Elektronika UNM, dan akhir dari hasil penelitian pengembangan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut : 1) Perencanaan pembuatan modul praktikum CNC (Computer Numerical Control) meliputi; a). Melakukan penelitian pendahuluan (pra-survei) identifikasi permasalahan, dan merangkum permasalahan. b). Melakukan perencanaan, hal penting dalam perencanaan adalah pernyataan tujuan yang harus dicapai produk. c). Mengembangkan produk meliputi; penyusunan produk. d). Melakukan uji coba produk, yaitu modul praktikum. e). Desiminasi dan implementasi produk; 2) Hasil penilaian/validasi memenuhi standar kelayakan modul praktikum CNC (Computer Numerical Control). Penilaian/validasi modul praktikum CNC (Computer Numerical Control) dilakukan terhadap unsur-unsur modul praktikum CNC (Computer Numerical Control) yang meliputi format panduan praktikum, isi panduan praktikum, dan bahasa panduan praktikum dinyatakan layak melanjutkan ketahap uji coba produk tanpa revisi. Ini didukung dengan hasil validasi modul praktikum CNC (Computer Numerical Control) memenuhi kriteria standar kelayakan bahan ajar; 3) Validasi dan ujicoba yang memenuhi standar kelayakan panduan praktikum. Modul praktikum CNC (Computer Numerical Control) yang dihasilkan layak digunakan di Jurusan PTA UNM; 4) Setelah menyelesaikan jalur rangkaian yang dibuat bisa di katakan berhasil apabila memenuhi syarat diantaranya terhubungnya jalur-jalur yang telah di tentukan pada panduan praktikum mesin CNC.

Kata Kunci: CNC, Praktikum, Printed Circuit Board

ABSTRACT

The objectives of this research are: 1) to know the elements of CNC machine practice module; 2) Applications that can run CNC machines like Mach3 and RouterPro3000; 3) Knowing the steps of running a CNC machine for PCB line creation; 4) To determine the determination of the path by measuring it. This research is the FourD development (4D) research. According to Borg & Gall (2003: 772), research development is a research oriented to developing and validating the products used in education. Sukmadinata (2008: 190), suggests research and development is a research approach to produce new products or refine existing products. The resulting product can take the form of software, or hardware such as books, modules, packages, learning programs or learning aid tool. The conclusion of the result of the manufacturing of CNC (Computer Numerical Control) practice module in the Department of Electronics UNM, and the end of the development research result, can be drawn the following conclusion: 1) The planning of manufacturing of CNC (Computer Numerical Control) module covers; a). Conduct preliminary research (pre-survey) identification of the problem, and summarize the problem. b). Planning, the important thing in the planning is the statement of goals to be achieved product. c). Developing products include; product preparation. d). Conducting a product trial, ie a practicum module. e). Product dissemination and implementation; 2) The assessment / validation result meets the feasibility standard of CNC (Computer Numerical Control) module. Assessment / validation of the CNC (Computer Numerical Control) module is carried out on the elements of the CNC (Computer Numerical Control) module which includes the laboratory guide format, the practical guidance content, and the practical guidebook language is eligible to continue the unrevised product trial. This is supported by the validation of the CNC

[Hendra Jaya]

(*Computer Numerical Control*) practicum module meeting the criteria of the standard of teaching material feasibility; 3) Validation and trial that meets the standard workbook properness. The resulting CNC (*Computer Numerical Control*) practicum module is eligible for use in the Department of PTA UNM; 4) After completing the circuit the circuit is made can be said successful if eligible include the link paths that have been specified on the CNC machine practice guide.

Keywords: CNC, Practicum, Printed Circuit Board

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi sekarang telah memperlihatkan hasil yang sangat memuaskan bagi manusia. Teknologi yang ada sekarang dapat meringankan atau membantu manusia dalam menyelesaikan beban tugasnya, sehingga waktu, tenaga, dan biaya yang digunakan dapat dihemat. Teknologi juga sudah menjadi salah satu alat praktek disetiap jurusan teknik yang dapat membantu mahasiswa untuk mempercepat dan memahami tugas prakteknya. Banyak dari teknologi tersebut, menggunakan ilmu elektronika didalamnya, kemudian menuntun suatu alat atau sumberdaya sehingga dapat dipergunakan sampai menghasilkan suatu karya yang bermanfaat bagi semuanya.

Universitas Negeri Makassar terdiri dari beberapa Fakultas diantaranya Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektronika memiliki alat praktek tetapi belum dimanfaatkan atau dioperasikan karena alat ini belum mempunyai modul yang layak dipakai untuk proses praktikum bagi mahasiswa. Oleh karena itu, penulis ingin menggunakan alat tersebut sebagai penelitian untuk pembuatan modul atau penuntun praktikum supaya alat tersebut dapat digunakan atau dioperasikan, alat ini bernama mesin *Computer Numerical Control* (CNC) Pembuat Jalur PCB secara otomatis.

Peralatan ini, belum dioperasikan sejak mesin tersebut berada di Lab PTA, peralatan yang tidak beroperasi selama ini sejak mesin tersebut datang di Jurusan PTA UNM pada tahun 2014. Kemudian mesin CNC tersebut juga belum memiliki instruksi berupa modul penuntun praktikum dan *software* yang layak untuk digunakan. Oleh karena itu, "Pembuatan

Modul Praktikum Mesin *Computer Numerical Control Printed Circuit Board*". Pada pengerjaan dengan mesin CNC pembuat jalur dibutuhkan tingkat ketelitian dan kepresisian yang sangat tinggi karena memiliki susunan yang rumit. Alat ini sudah ada di Laboratorium praktek Universitas Negeri Makassar Jurusan Teknik Elektronika. Alat ini dapat digunakan dimata kuliah seperti; perancangan elektronika dan mata kuliah bengkel elektronika yang memudahkan mahasiswa untuk membuat rangkaian yang mereka inginkan. Berdasarkan uraian tersebut maka penulis memilih topik dan penelitian dengan judul "Pembuatan Modul Praktikum *Computer Numerical Control Printed Circuit Board*". Modul ini dibuat agar mahasiswa yang mempelajari tentang desain dan pembuatan PCB dalam mata kuliah tertentu mendapatkan praktikum yang sesuai. Mesin CNC ini dapat digunakan untuk membuat berbagai rangkaian elektronika dan praktis memenuhi tingkat ketelitian yang baik.

Tujuan penelitian ini adalah: 1) Mengetahui unsur-unsur modul praktikum mesin CNC ; 2) Aplikasi yang bisa menjalankan mesin CNC seperti *Mach3* dan *RouterPro3000*; 3) Mengetahui langkah-langkah menjalankan mesin CNC untuk pembuatan jalur PCB; 4) Untuk mengetahui ketetapan pada jalur dengan cara mengukurnya.

Modul Pembelajaran

Modul pembelajaran merupakan satuan program belajar mengajar yang terkecil, yang dipelajari oleh siswa sendiri secara perorangan atau diajarkan oleh siswa kepada dirinya sendiri (*self-instructional*). (Winkel, 2009:472). Modul pembelajaran adalah bahan ajar yang

disusun secara sistematis dan menarik yang mencakup isi materi, metode dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri untuk mencapai kompetensi yang diharapkan (Anwar, 2010). Menurut Goldschmid, Modul pembelajaran sebagai sejenis satuan kegiatan belajar yang terencana, di desain guna membantu siswa menyelesaikan tujuan-tujuan tertentu. Modul adalah semacam paket program untuk keperluan belajar (Wijaya, 1988:128). Vembriarto (1987:20), menyatakan bahwa suatu modul pembelajaran adalah suatu paket pengajaran yang memuat satu unit konsep daripada bahan pelajaran. Pengajaran modul merupakan usaha penyelenggaraan pengajaran individual yang memungkinkan siswa menguasai satu unit bahan pelajaran sebelum dia beralih kepada unit berikutnya. Nasution, (2003 : 204) Modul merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode batasan – batasan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi/subkompetensi yang diharapkan sesuai tingkat kemampuan peserta didik. Berdasarkan beberapa pengertian modul di atas maka dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran adalah salah satu bentuk bahan ajar yang dikemas secara sistematis dan menarik sehingga mudah untuk dipelajari secara mandiri.

Ciri – Ciri / Karakteristik Modul Pembelajaran

Modul pembelajaran merupakan salah satu bahan belajar yang dapat dimanfaatkan oleh siswa secara mandiri. Modul yang baik harus disusun secara sistematis, menarik, dan jelas. Modul dapat digunakan kapanpun dan dimanapun sesuai dengan kebutuhan praktikan. Anwar (2010), menyatakan bahwa karakteristik modul pembelajaran sebagai berikut :

1) *Self instructional*, siswa mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain.

2) *Self contained*, seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi yang dipelajari terdapat didalam satu modul utuh.

3) *Stand alone*, modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media lain.

4) *Adaptif*, modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi.

5) *User friendly*, modul hendaknya juga memenuhi kaidah akrab/bersahabat dengan pemakainya.

6) Konsistensi, konsisten dalam penggunaan *font*, spasi, dan tata letak.

Menurut Wijaya (1988:129), ciri-ciri pengajaran modul pembelajaran adalah :

1) Siswa dapat belajar individual, ia belajar dengan aktif tanpa bantuan maksimal dari guru.

2) Tujuan pelajaran dirumuskan secara khusus. Rumusan tujuan bersumber pada perubahan tingkah laku.

3) Membuka kesempatan kepada praktikan untuk maju berkelanjutan menurut kemampuannya masing-masing.

4) Modul merupakan paket pengajaran yang bersifat *self-instruction*, dengan belajar seperti ini, modul membuka kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan dirinya secara optimal.

5) Modul memiliki daya informasi yang cukup kuat. Unsur asosiasi, struktur, dan urutan bahan pelajaran terbentuk sedemikian rupa sehingga praktikan secara spontan mempelajarinya.

6) Modul banyak memberikan kesempatan kepada praktikan untuk berbuat aktif.

Menurut Anwar (2010), karakteristik modul pembelajaran sangat bagus dan berguna apabila melalui *Self instructional*, *Self contained*, *Stand alone*, *Adaptif*, *User friendly*. Sedangkan menurut Wijaya (1988:129), ciri-ciri modul pembelajaran yang baik yaitu, apabila modul tersebut digunakan siswa tanpa bantuan maksimal dari guru, bersumber dari tujuan perubahan

[Hendra Jaya]

tinkah laku, berkelanjutan menurut kemampuannya masing-masing, terlihat berkembangnya siswa, memiliki daya informasi yang cukup kuat, dan memberikan kesempatan kepada praktikum untuk berbuat aktif. Joko Sutrisno (2008:8) menyatakan untuk meningkatkan motivasi belajar, pengembangan modul harus memperhatikan karakteristik yang diperlukan sebagai modul seperti : *self instruction, self contained*, berdiri sendiri (*stand alone*), adaptif, bersahabat/akrab (*user friendly*).

Mesin CNC pencetak jalur PCB

Mesin Pencetak jalur PCB atau lebih dikenal dengan nama CNC dapat di lihat dari arti CNC itu sendiri, yakni *Computer Numerically Controlled* sehingga dapat diartikan sebagai suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman numerik (angka dan huruf) sebagai perintah gerakan (Taufik, 2012). Mesin ini adalah mesin perkakas yang pengoperasiannya dikendalikan melalui program yang diakses dengan komputer. Secara garis besar program permesinan berupa input data yang diolah pada *software* komputer diteruskan ke unit pengendali yang berfungsi mengubah sinyal elektronik menjadi gerakan mekanis, kemudian gerakan tersebut diteruskan ke mesin perkakas untuk melakukan operasi permesinan. Mengoperasikan mesin ini diperlukan suatu pengetahuan bahasa pemrograman yang dimengerti oleh mesin itu sendiri karena mesin ini tidak memahami bahasa manusia. Oleh karena itu, diharuskan menyusun data masukan secara teratur dalam bahasa pemrograman yang dipahaminya agar mesin CNC dapat memproses informasi data yang diberikan. Pengoperasian mesin CNC akan berjalan secara otomatis dari awal hingga selesai apabila di memasukkan data pemrograman dengan benar, karena semua data yang masuk akan tersimpan di memori komputer.

Data-data program yang dimasukkan adalah data program perintah gerakan permesinan yang telah tersusun dengan bahasa pemrograman yang benar. Bahasa pemrograman yang digunakan berupa bahasa numerik, yaitu kombinasi huruf dan angka yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat mesin CNC tersebut. Pemrograman yang dibuat bermakna yang memberikan data kepada komputer yang dapat dipahami olehnya. Dengan kata lain menyuapi komputer, menyusun data dalam urutan yang teratur dan dalam bahasa pemrograman yang dikenali dan dipahaminya sehingga dapat memproses data tersebut.



Gambar 2.1 Mesin Pencetak jalur PCB/CNC

(<http://boplalit.it/en/testimonial/bungard-en/>)

Prinsip Kerja Mesin Pencetak Jalur PCB/CNC

Mesin Pencetak Jalur PCB/CNC adalah mesin yang dipergunakan untuk pengontrolan otomatis, dalam dunia industri mesin ini berfungsi untuk mengontrol kinerja mesin-mesin lain yang dipergunakan (2012) Zubaidi. CNC (*Computer Numerical Control*) merupakan istilah yang digunakan untuk menunjukkan bahwa suatu peralatan manufaktur; misalnya bubut, milling, dikontrol secara numerik berbasis komputer yang mampu membaca instruksi kode M, dan G dimana kode-kode tersebut akan menginstruksikan ke mesin CNC agar bekerja sesuai dengan program benda kerja yang akan dibuat mengoperasikannya. Dengan mesin CNC,

ketelitian suatu produk dapat dijamin hingga 1/1000 mm lebih, pengerjaan produk masal dengan hasil yang sama persis dan waktu permesinan yang cepat.

Fungsi CNC dalam hal ini lebih banyak menggantikan pekerjaan operator dalam mesin perkakas konvensional. Misalnya pekerjaan *setting tool* atau mengatur gerakan pahat sampai pada posisi siap memotong, gerakan pemotongan dan gerakan kembali keposisi awal, dan lain-lain. Demikian pula dengan pengaturan kondisi pemotongan (kecepatan potong, kecepatan makan dan kedalaman pemotongan) serta fungsi pengaturan yang lain seperti penggantian pahat, pengubahan transmisi daya (jumlah putaran poros utama), dan arah putaran poros utama, pengekleman, pengaturan cairan pendingin dan sebagainya.

Mesin perkakas CNC dilengkapi dengan berbagai alat potong yang dapat membuat benda kerja secara presisi dan dapat melakukan interpolasi yang diarahkan secara numerik (berdasarkan angka). Parameter sistem operasi CNC dapat diubah melalui *program* perangkat lunak (*software load program*) yang sesuai. CNC telah banyak dipergunakan dalam industri logam. Dalam kondisi ini, CNC dipergunakan untuk mengontrol sistem mekanis mesin-mesin perkakas dan pemotong logam. Jadi seberapa tebal dan panjangnya potongan logam yang dihasilkan oleh mesin pemotong logam, dapat diatur oleh mesin CNC. Saat ini tidak hanya industri logam saja yang memanfaatkan teknologi mesin CNC sebagai proses otomatisasinya.

Akhir-akhir ini mesin-mesin CNC telah berkembang secara menakjubkan sehingga telah mengubah industri pabrik yang selama ini menggunakan tenaga manusia menjadi mesin-mesin otomatis. Dengan berkembangnya Mesin CNC, maka benda kerja yang rumit sekalipun dapat dibuat secara mudah dalam jumlah yang banyak. Selama ini pembuatan komponen/suku cadang suatu mesin yang

presisi dengan mesin perkakas manual tidaklah mudah, meskipun dilakukan oleh seorang operator mesin perkakas yang mahir sekalipun. Penyelesaiannya memerlukan waktu lama. Bila ada permintaan konsumen untuk membuat komponen dalam jumlah banyak dengan waktu singkat, dengan kualitas sama baiknya, tentu akan sulit dipenuhi bila menggunakan perkakas manual. Apalagi bila bentuk benda kerja yang dipesan lebih rumit, tidak dapat diselesaikan dalam waktu singkat. Secara ekonomis biaya produknya akan menjadi mahal, hingga sulit bersaing dengan harga di pasaran (Tetrianto, 2012).

Tuntutan konsumen yang menghendaki kualitas benda kerja yang presisi, berkualitas sama baiknya, dalam waktu singkat dan dalam jumlah yang banyak, akan lebih mudah dikerjakan dengan mesin perkakas CNC (*Computer Numerical Control*), yaitu mesin yang dapat bekerja melalui pemrograman yang dilakukan dan dikendalikan melalui komputer. Mesin CNC dapat bekerja secara otomatis atau semi otomatis setelah diprogram terlebih dahulu melalui komputer yang ada. Mesin CNC pencetak jalur PCB ini sudah banyak digunakan terutama diperusahaan yang besar dimana alat ini sangat dikenal dengan nama CNC (*Computer Numerical Control*). Di kampus Universitas Negeri Makassar lebih dikenal dengan nama mesin pencetaka jalur PCB (*Printed Circuit Board*). Mesin pencetak *Circuit/CNC* ini pada dasarnya digunakan untuk mendesain logam yang dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

Mesin pencetak jalur PCB atau biasa disebut dengan mesin CNC (*computer numerical control*) ini digabungkan antara 2 ilmu yang berbeda, yang pertama ilmu mekanik adalah ilmu yang berhubungan dengan mesin, salah satu alat yang sering digunakan dalam ilmu mekanik adalah mesin bor. Mesin bor juga biasanya digunakan untuk membantu

[Hendra Jaya]

menyelesaikan sebuah rangkaian PCB. Contohnya Mesin bor digunakan sebagai alat yang membuat lubang-lubang para kedudukan komponen-komponen. Yang kedua adalah ilmu elektronika, dimana elektronika adalah ilmu yang bisa menghasilkan sebuah robot yang bergerak secara otomatis, dengan adanya 2 ilmu ini antara mekanik dan elektronika sehingga menghasilkan sebuah karya dengan nama mesin pencetak jalur PCB/CNC dimana di ujung mesin tersebut terdapat mesin bor dan di bagian mesinnya terdapat komponen-komponen yang berfungsi sebagai penggerak untuk mengarahkan bor agar membuat jalur dan lubang-lubang kedudukan komponen dengan cara otomatis.

Pemrograman Mesin CNC

Pemrograman adalah suatu urutan perintah yang disusun secara rinci tiap blok per blok untuk memberikan masukan mesin perkakas CNC tentang apa yang harus dikerjakan untuk menyusun pemrograman pada mesin CNC diperlukan hal-hal berikut.

1) Metode Pemrograman
Wijanarka (2012) menyatakan Metode pemrograman dalam mesin CNC ada dua, yaitu:

a. Metode Incremental

Suatu metode pemrograman dimana titik referensinya selalu berubah, yaitu titik terakhir yang dituju menjadi titik referensi baru untuk ukuran berikutnya. Sebelum mempelajari sistem penyusunan program terlebih dahulu harus memahami betul sistem persumbuan mesin bubut CNC. Persumbuan mesin CNC adalah salah satu hal yang penting yang dimana system persumbuan adalah skema eretan melintang dan eretan memanjang, di mana mesin dapat diperintah bergerak sesuai program.

b. Metode Absolut

Suatu metode pemrograman di mana titik referensinya selalu tetap yaitu satu titik /tempat dijadikan referensi untuk semua ukuran.

2) Bahasa Pemrograman

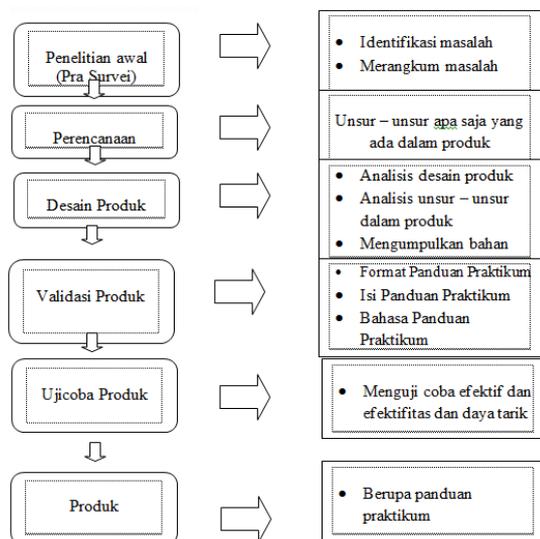
Bahasa pemrograman adalah format perintah dalam satu blok dengan menggunakan kode huruf, angka, dan simbol. Di dalam mesin perkakas CNC terdapat perangkat komputer yang disebut dengan *Machine Control Unit* (MCU). MCU ini berfungsi menterjemahkan bahasa kode ke dalam bentuk-bentuk gerakan persumbuan sesuai bentuk benda kerja. Kode-kode bahasa dalam mesin perkakas CNC dikenal dengan kode G dan M, di mana kode-kode tersebut sudah distandarkan oleh ISO atau badan Internasional lainnya. Dalam aplikasi kode huruf, angka, dan simbol pada mesin perkakas CNC bermacam-macam tergantung sistem kontrol dan tipe mesin yang dipakai, tetapi secara prinsip sama. Sehingga untuk pengoperasian mesin perkakas CNC dengan tipe yang berbeda tidak akan ada perbedaan yang berarti. Misal; mesin perkakas CNC, kode-kodenya dimasukkan ke dalam standar. Dengan bahasa kode ini dapat berfungsi sebagai media komunikasi antarmesin dan operator, yakni untuk memberikan operasi data kepada mesin untuk dipahami. Untuk memasukkan data program ke dalam memori mesin dapat dilakukan dengan keyboard atau perangkat lain (disket, kaset, dan melalui kabel RS-232) Sudarsono (2011).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan *FourD* (4D). Menurut Borg & Gall (2003:772), penelitian pengembangan adalah penelitian yang berorientasi untuk mengembangkan dan memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan. Sukmadinata (2008 :190), mengemukakan penelitian dan pengembangan merupakan pendekatan penelitian untuk menghasilkan produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. Produk yang dihasilkan bisa berbentuk *software*, ataupun *hardware*

seperti buku, modul, paket, program pembelajaran ataupun alat bantuan belajar. Menurut Nono Suprianto (2006) mengartikan modul sebagai materi pelajaran yang disusun dan disajikan secara tertulis sedemikian rupa sehingga pembacanya diharapkan dapat menyerap sendiri materi tersebut. Dengan kata lain sebuah modul adalah sebagai bahan belajar dimana pembacanya dapat belajar mandiri.

Penelitian pengembangan ini menghasilkan suatu produk modul praktikum yang diharapkan dapat diterapkan di Jurusan PTA, khususnya jurusan telekomunikasi. Penelitian pengembangan ini dilakukan berdasarkan suatu model produk atau perangkat tertentu, yang kemudian dilakukan validasi produk, uji coba produk. Penelitian dan pengembangan yang dilakukan adalah untuk menghasilkan produk berupa modul praktikum.



Gambar. Prosedur Penelitian

Langkah rancang dan desain modul praktikum terdiri dari beberapa langkah persiapan meliputi; analisis desain produk, analisis unsur apa saja yang dimasukkan/disertakan, dan mengumpulkan bahan berupa teori dasar yang mudah dipahami dalam produk yang akan dihasilkan sebagai acuan pembuatan modul praktikum agar produk yang

dihasilkan bermanfaat dan layak digunakan di Jurusan PTA.

Jenis data yang dikumpulkan pada tahap penelitian pengembangan ini yaitu validasi aspek modul praktikum Mesin CNC pencetak jalur PCB. Validasi modul praktikum meliputi aspek *format* modul praktikum, aspek isi modul praktikum, dan aspek bahasa modul praktikum, untuk memperoleh nilai kelayakan modul praktikum yang dihasilkan. Data ini diperoleh melalui angket yang disebar pada dosen ahli (pakar) dan secara terbatas pada mahasiswa. Selanjutnya data tentang kepresisian data hasil desain PCB dilakukan dengan cara uji jalur PCB.

HASIL PENELITIAN

Deskripsi Produk yang dihasilkan Tahapan Pembuatan Modul

Penelitian dimulai dengan melakukan analisis untuk mengetahui bagaimana kriteria produk yang akan dikembangkan serta hal-hal yang mendukung proses pengembangan produk. Ketersediaan alat praktikum Mesin Pencetak jalur PCB/CNC di Jurusan PTA UNM mendasari peneliti mengembangkan modul praktikum.

Langkah pertama yang dilakukan penelitian adalah melakukan penelitian pendahuluan dengan mengidentifikasi masalah, pada langkah ini masalah yang ditemui yaitu ketersediaan alat praktikum CNC yang belum pernah digunakan dalam kegiatan praktek mahasiswa, hal ini dikarenakan belum adanya modul praktikum untuk menunjang kegiatan praktek mahasiswa, dalam mengoperasikan alat praktikum CNC tersebut. Langkah kedua yang dilakukan peneliti adalah melakukan perencanaan, hal penting dalam perencanaan ini menentukan tujuan yang harus dicapai produk. Langkah ketiga yang dilakukan peneliti adalah melakukan desain produk, desain produk meliputi format produk dan unsur – unsur apa saja yang dimasukkan dalam produk. Setelah desain produk

[Hendra Jaya]

dilakukan peneliti selanjutnya melakukan penyusunan produk yang selanjutnya akan di validasi oleh pakar ahli (dosen ahli) dibidangnya, validasi produk dilakukan untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan. Langkah kelima dalam penelitian ini adalah melakukan ujicoba produk yang dikembangkan, uji coba produk ini dilakukan oleh peneliti dengan pengawasan pakar ahli (dosen ahli) dibidangnya. Langkah terakhir adalah desiminasi dan implementasi produk yang dikembangkan, pada langkah ini peneliti tidak melakukan langkah desiminasi dan implementasi. Desiminasi dan implementasi selanjutnya diambil alih oleh pihak Jurusan PTA UNM .

Produk yang dikembangkan dalam penelitian pengembangan ini adalah sebuah modul praktikum CNC. Spesifikasi produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah:

1. Modul praktikum disusun sederhana berdasarkan standar susunan panduan praktikum.
2. Modul praktikum yang dihasilkanyaitu, terdapat beberapa jalur rangkaian yang dimana rangkaian tersebut adalah objek percobaan peraktek yang akan dibuat oleh mahasiswa. Didalam modul ada 4 percobaan dan rangkaian evaluasi yang nantinya mahasiswa diharapkan mampu membuat 1 jalur rangkaian tanpa ada didalam modul. Apabila evaluasi sudah diselesaikan maka rangkaian mahasiswaakan diperiksa sesuai dengan kriteria penilaian. Kumpulkan jalur rangkaian dan buat juga dalam bentuk laporan yang akan dikumpulkan. Didalam modul terdapat beberapa rangkaian uji coba/percobaan pembuatan jalur PCB menggunakan mesin *Computer Numeric Control*. Konten atau isi dari modul praktikum CNC meliputi;
 - a. Halaman judul,
 - b. Kata pengantar,

- c. Pendahuluan yang terdiri dari deskripsi modul, persyaratan, petunjuk penggunaan modul, dan tujuan akhir,
- d. Latihan pokok bahasan,
- e. Pokok bahasan yang terdiri dari 4 percobaan jalur rangkaian,
- f. Evaluasi,
- g. Keteria penilaian,
- h. Daftar pustaka jalur rangkaian evaluasi,
- i. Lampiran yang terdiri dari contoh *format* lembar asistensi, contoh *format* laporan sementara, contoh *format* laporan praktikum, dan contoh *format* laporan lengkap.

Tahapan Pengujian Modul

Setelah modul hasil pengembangan divalidasi dan dinyatakan *valid/layak*. Modul praktikum hasil pengembangan di ujicoba. Ujicoba produk dilakukan oleh peneliti dengan pengawasan langsung dari pakar ahli (dosen ahli/*validator*). Ujicoba terhadap produk hanya dilakakun pada 1 rangkaian. Ujicoba produk hasil pengembangan itu dapat dilihat pada CD video rekaman ujicoba Modul Praktikum Pencetak Jalur PCB/CNC.

Uji coba

Modul praktikum dibuat berisi sebuah rangkaian sederhana yang berkaitan dengan pengoperasian dasar mesin CNC. Percobaan sederhana ini disusun sedemikian rupa, dengan dimulai dari judul percobaan, tujuan percobaan, teori dasar, gambar percoban, langkah kerja, hasil percobaan, analisis data dan kesimpulan.

Analisis data adalah menganalisis unsur - unsur utama modul praktikum CNC yang meliputi judul modul, tujuan modul, teori dasar, gambar rangkaian, alat dan bahan, langkah kerja, hasil rangkaian, dan analisa data. Unsur-unsur modul

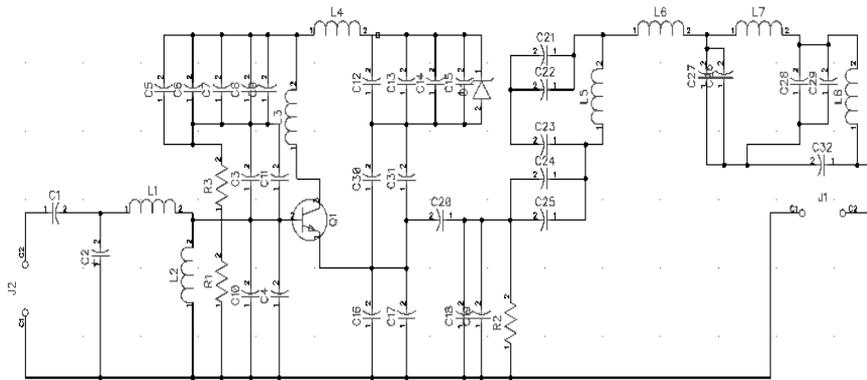
praktikum tersebut didiskusikan sebelum dilaksanakan validasi produk dan ujicoba produk. Unsur-unsur modul praktikum yang dimaksud lebih jelasnya dapat dilihat pada modul.

Ujicoba Modul

Pada pokok pembahasan/percobaan pembuatan jalur rangkaian pertama di

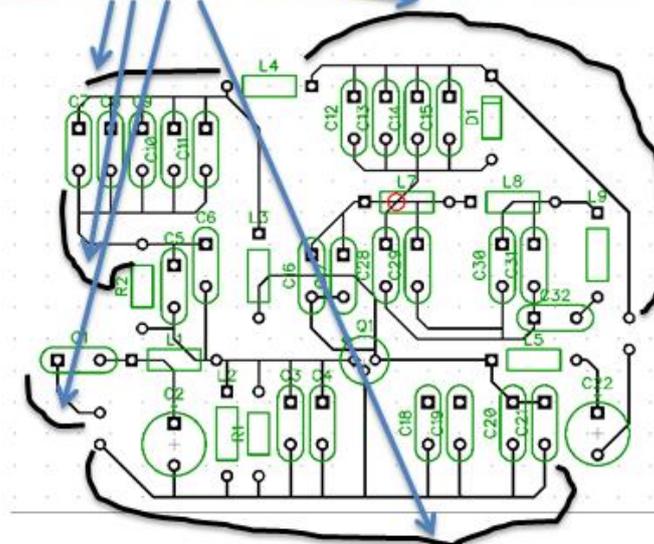
modul praktikum *computer numerical control* PCB. Jalur rangkaian di dalam modul tersebut terdapat 4 jalur rangkaian yang akan dibuat sebagai bahan uji coba sekaligus sebagai percobaan objek praktek dengan mesin CNC. Latihan percobaan untuk ujicoba jalur rangkaian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Percobaan jalur rangkaian ke-1 RF-Amplifier



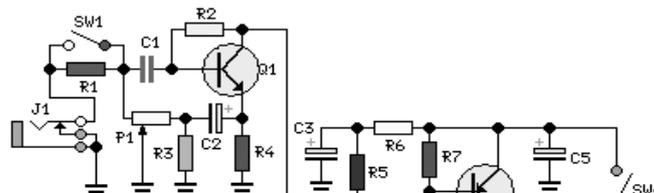
Gambar 3.4 Rangkaian jalur Rf-Amplifier

Hasil dari DipTrace : 1 2 3 4 5 (di ukur apakah terhubung atau tidak)



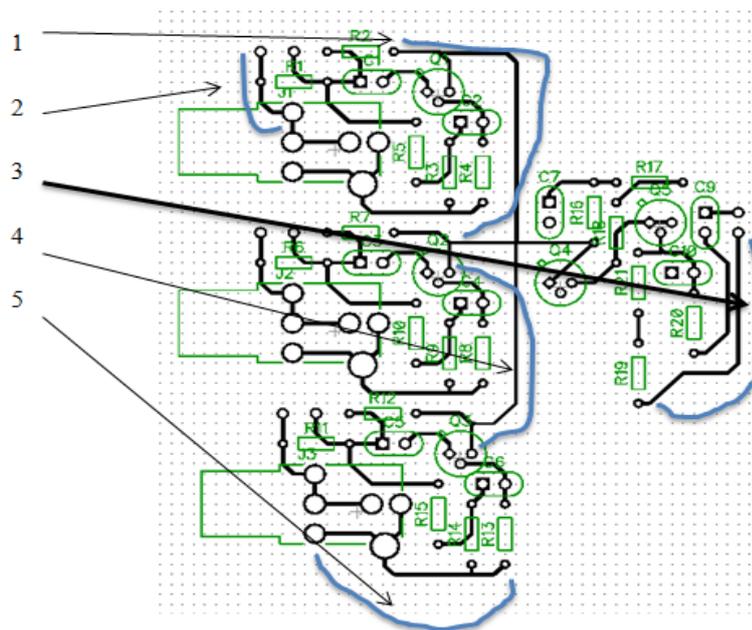
Gambar 3.5 Pengukuran jalur rangkaian Rf-Amplifier

2. Percobaan jalur rangkaian ke-2 Mixer



Gambar 3.6 Rangkaian jalur *Mixer*
(<http://skemaku.com/rangkaian-mixer-audio-3-channel-transistor/>)

Hasil dari aplikasi DipTrace : (di ukur apakah terhubung atau tidak)



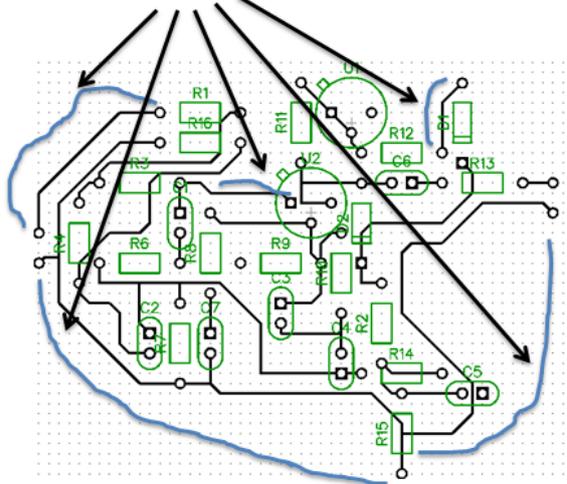
Gambar 3.7 Pengukuran jalur rangkaian *Mixer*

3. Percobaan jalur rangkaian ke-3 *limiter* berbasis *Op- Amp*



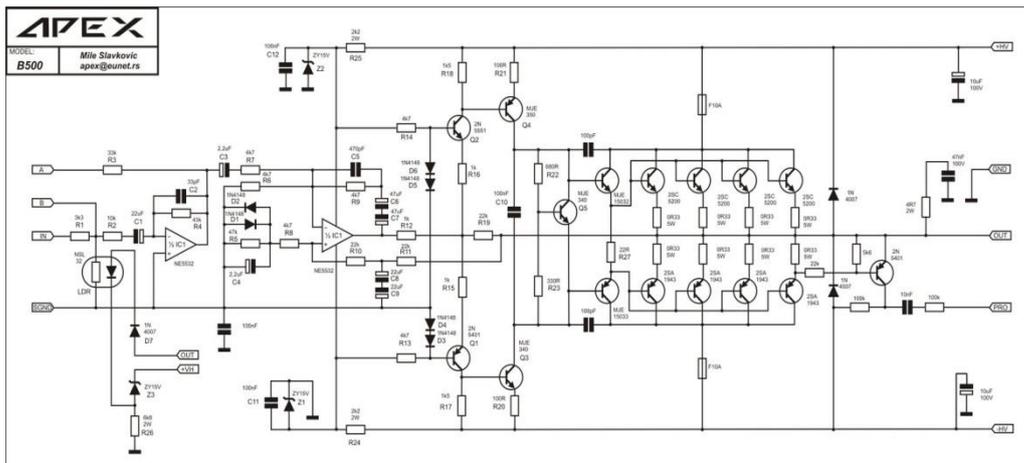
Gambar 3.8 Rangkaian jalur *limiter* berbasis *Op-Apm*
 (<http://sound.westhost.com/project67.htm>)

Hasil dari DipTrace : 1 2 3 4 5 (di ukur apakah terhubung atau tidak).



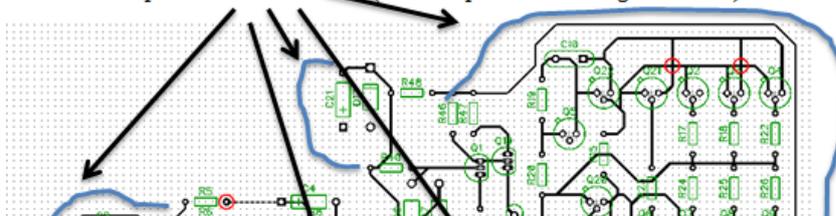
Gambar 3.9 Pengukuran jalur rangkaian *limiter* berbasis *Op-Amp*

4. Percobaan jalur rangkaian ke-4 power Amplifier 500 Watt



Gambar 4.0 Rangkaian jalur *Power Amplifier* 500 watt
 (<http://sekawan-servis-electronic.blogspot.co.id/2013/02/bikin-power-amplifier-500-watt-apex.html>).

Hasil Dari DipTace : 1 2 3 4 5 (di ukur apakah terhubung atau tidak)



Gambar 4.1 Pengukuran jalur rangkaian *Power Amplifier 500 watt*

Setelah modul praktikum CNC divalidasi oleh pakar ahli (dosen ahli) dibidangnya dan setelah modul praktikum di ujicoba yang memenuhi standar kelayakan panduan praktikum. Disimpulkan modul praktikum hasil pengembangannya layak diimplementasikan/digunakan di Jurusan PTA UNM.

Penelitian perancangan ini menghasilkan produk modul praktikum mesin CNC yang dikemas dalam bentuk panduan praktikum. Pembuatan modul praktikum ini dibuat melalui 6 tahap yang terdiri dari (1) tahap penelitian awal, (2) tahap perencanaan, (3) tahap pengembangan/desain produk, (4) tahap validasi produk, (5) tahap uji coba produk, (6) tahap desiminasi dan implementasi.

Modul praktikum uji coba pembuatan jalur rangkaian PCB menggunakan mesin CNC ini terdapat 4 jalur rangkaian yang dijadikan sebagai objek percobaan di dalam modul CNC. Sebagai pengukur keberhasilan dari standarkompetensi yang diharapkan, modul praktikum divalidasi kepada dosen ahli dibidangnya. Hasil validasi dari dosen ahli menunjukkan bahwa modul praktikum yang dihasilkan valid/layak untuk dilakukan ujicoba dan menyatakan modul praktikum mesin *Computer Numerical Control* efektif. Hal ini dibuktikan dengan

validasi dari dosen ahli bidang telekomunikasi. Validator menyatakan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan layak digunakan dengan sedikit atau tanpa revisi. Pernyataan ini tercantum dilembar validasi (Wirna, 2015).

PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan dari hasil pembuatan modul praktikum mesin CNC (*Computer Numerical Control*) di Jurusan Elektronika UNM, dan akhir dari hasil penelitian pengembangan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan pembuatan modul praktikum CNC (*Computer Numerical Control*) meliputi; a). Melakukan penelitian pendahuluan (*pra-survei*) identifikasi permasalahan, dan merangkum permasalahan. b). Melakukan perencanaan, hal penting dalam perencanaan adalah pernyataan tujuan yang harus dicapai produk. c). Mengembangkan produk meliputi; penyusunan produk. d). Melakukan uji coba produk, yaitu modul praktikum. e). Desiminasi dan implementasi produk.
2. Hasil penilaian/validasi memenuhi standar kelayakan modul praktikum CNC (*Computer Numerical Control*). Penilaian/validasi modul praktikum

CNC (*Computer Numerical Control*) dilakukan terhadap unsur-unsur modul praktikum CNC (*Computer Numerical Control*) yang meliputi format panduan praktikum, isi panduan praktikum, dan bahasa panduan praktikum dinyatakan layak melanjutkan ketahap uji coba produk tanpa revisi. Ini didukung dengan hasil validasi modul praktikum CNC (*Computer Numerical Control*) memenuhi kriteria standar kelayakan bahan ajar.

3. Validasi dan ujicoba yang memenuhi standar kelayakan panduan praktikum. Modul praktikum CNC (*Computer Numerical Control*) yang dihasilkan layak digunakan di Jurusan PTA UNM.
4. Setelah menyelesaikan jalur rangkaian yang dibuat bisa dikatakan berhasil apabila memenuhi syarat diantaranya terhubungnya jalur-jalur yang telah ditentukan pada panduan praktikum mesin CNC.

Saran

Bedasarkan kesimpulan yang diperoleh maka, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Lakukan ujicoba pembuatan jalur PCB dengan menggunakan mesin CNC/praktek berdasarkan modul praktikum. Setelah instalasi dilakukan uji fungsi mesin CNC dan catat hasilnya pada kolom hasil percobaan.
2. Setiap kali melakukan praktek perhatikan K3 dan langkah kerja percobaan. Berhati-hati saat melakukan praktikum.
3. Pembelajaran dengan modul praktikum hasil perancangan, besar harapan dipenuhinya komponen CNC (*Computer Numerical Control*) berupa perangkat lunak (*software*), papan PCB agar masing-masing pokok bahasan yang ada dalam panduan pratikum dapat praktikkan.

4. Meningkatkan pengujian penggunaan modul praktikum hasil perancangan dalam skala yang lebih besar untuk mengetahui tingkat efesiensi modul praktikum.
5. Produk berupa modul praktikum mesin CNC bidang telekomunikasi akan selalu dikembangkan sesuai dengan pengadaan alat yang telah disarankan. Perangkat lunak simulator mesin CNC juga selalu berkembang versinya, sehingga peneliti akan selalu menyesuaikan perkembangan yang ada. Materi ajar dalam panduan praktikumjuga akan dikembangkan sesuai dengan perkembangan di dunia telekomunikasi, serta masukan dari pengguna modul pratikum mesin CNC yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya.
6. Bagi semua pihak yang ingin mengembangkan produk lebih lanjut, bisa dengan cara menambahkan pokok bahasan/judul modul ujicoba pembuatan rangkaian lain, sehingga produk yang dihasilkan lebih komprehensif, karena produk ini hanya memiliki 4 jalur rangkaian yaitu *RF Amp, Mixer, Limitter* berbasis *OP-Amp* dan *Power Amplifier 500 watt*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Ilham. 2010. *Pengembangan Bahan Ajar.Bahan Kuliah Online*. Direktori UPI. Bandung
- Bungrad, 2013.*Mesin CNC (computer numerical control)* Bungard Elektronik, All rights resened
- Bambang Suprianto. 2011. *Pengembangan Trainer Dan Job-Sheet PLC Sebagai Mediapembelajaran Pada Mata Diklat Plc Di Jurusan Elektronikaindustri Smk Negeri 2 Lamongan*. Volume 03 Nomor 03 Tahun 2014.

[Hendra Jaya]

-
- Bungard, 2012, *CNC (Computer Numerical Control)*.
From : (<http://Bungard.org/CNC>)
- Bungard, 2012, *CNC (Computer Numerical Control)*.
From : (<http://Bungard.org/CNC>)
- Bungard Elektronik. 2000. Instalation File Isocam. : Jerman Bungard Elektronik.
- Faris Mc. pemrograman kode G dan M from : (http://mesin_cnc_bubut.wordpress.com/program-mesin-CNC/)
- Gambar *CNC, 2013 image mesin CNC*,
From :(<http://boplalit.lt/en/testimonial/bungard-en/>).
- Gambar *CNC, 2013 image mesin CNC*,
From :(<http://boplalit.lt/en/testimonial/bungard-en/>)
- Komponen – komponen CNC, *image Drag Chain* From : (<http://www.directindustry.com>)
- Komponen – komponen CNC, *Image Shaif Rail, Support Rail, BOB, Mata Bor*.
From :(<http://files.maxtronpersada.com>)
- Komponen – komponen CNC. Image, HIWIN
From : (www.aliexpress.com)
- Prinsip kerja *MesinCNC. 2013. Prinsip kerja Mesin CNC*
From : (http://Prinsip Kerja Mesin CNC _ rizkynur18.htm)
- Ririn Crinadari, 2014. *Pengembangan Buku Praktikum Fisika yang Berbasis POE (Predict Observe Explain) Materi Listrik Dinamis Kelas X Semeter II Di MAN Maguwoharjo*.
- Sukmadinata, Nana Syaodih. 2008. *Metode Penelitian pendidikan*.Bandung : Remaja Rosdakarya
- Suparman, Atwi. 1997. *Desain Instruksional*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suryaningsih, dkk. 2010. *Pengembangan media cetak modul sebagai media pembelajaran mandiri pada mata pelajaran teknologi Informasi dan Komunikasi kelas VII semester 1 di SMPN 4 Jombang*. Surabaya: Skripsi yang tidak dipublikasikan.
- sutrisno joko. 2008. *Teknik penyusunan modul*: Jakarta.
from : (http://karakteristik_modul_pembelajaran)
- Tkj-starindo.blogspot.co.id, 2014. *Pengertian PCB dan bidang elektronika*
From: (<http://tkjstarindo.blogspot.co.id/2014/04/pengertian-pcb-dan-bidang-elektronika.html>)
- Utomo, Tjipto. 1991. *Peningkatan dan Pengembangan Pendidikan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wijaya, Cece,.dkk. 1988. *Upaya Pembaharuan Dalam Pendidikan dan Pengajaran*. Bandung: Remadja Karya.
- Winkel. 2009. *Psikologi Pengajaran*. Yogyakarta : Media Abadi.
- Yogi, 2010. *CNC Milling Machine (Mesin Milling CNC)*
- Vembriarto, St. 1975. *Pengantar Pengajaran Modul*. Yogyakarta.

ISSN 1829-7021



9 771829 702147