

LAMPIRAN

Mesin CNC berbasis Arduino Uno R3 dengan *hardware* dan simulasi secara *real-time* pada desain 2D

Abstrak

Seiring majunya teknologi saat ini, inovasi semakin berkembang pesat. Pekerjaan yang sering dikerjakan oleh manusia sekarang banyak dikerjakan oleh mesin. Seperti halnya pekerjaan yang membutuhkan akurasi dan presisi yang tinggi dibutuhkan alat atau mesin yang mampu mengerjakannya. Salah satunya yaitu mesin CNC (*Computer Numerical Control*) yang mampu mengerjakan pekerjaan manusia dalam hal akurasi dan presisi yang tinggi dengan menggunakan putaran motor *stepper* sebagai penggerak utama mesin CNC dan menggunakan komputer sebagai *human interface* yang dapat membantu manusia untuk mengerjakan pekerjaannya. Mesin CNC tidak hanya digunakan untuk pembuatan peralatan mesin berat, namun dapat digunakan juga untuk menggambar, *3D printing*, *plotter* atau dengan kapasitas yang lebih kecil. Pembuatan mesin CNC sangatlah mahal, namun dengan biaya yang lebih hemat Arduino dapat menjadi solusi dalam membuat mesin CNC yang dapat dikontrol melalui komputer secara *real-time*. Dengan adanya mesin CNC dapat membuka usaha baru seperti membuat ukiran, memotong akrilik, *printer 3D* dst.

Kata kunci: *bCNC*, *bitmap*, *dxf* (*AutoCAD/ Computer Aided Design*), *CNC* (*Computer Numerical Control*), *motor stepper*.

As technology advances today, innovation is growing rapidly. Work that is often done by humans is now mostly done by machines. Like jobs that require high accuracy and precision required tools or machines that are able to do it. One of them is a CNC machine (Computer Numerical Control) which is able to do human work in terms of high accuracy and precision by using the stepper motor rotation as the main driver of the CNC machine and using a computer as a human interface that can help humans to do their work. CNC machines are not only used for manufacturing heavy machine, but can also be used for drawing, 3D printing, plotter or with a smaller capacity. Making CNC machines is very expensive, but with a more economical cost Arduino can be a solution in making CNC machines, that can be controlled through the computer in real-time. With the existence of a CNC machine can open new businesses such as making engraving, cutting acrylic, 3D printers and so on.

Keywords: *bCNC*, *bitmap*, *dxf* (*AutoCAD/ Computer Aided Design*), *CNC* (*Computer Numerical Control*), *stepper motor*.

1. Pendahuluan

Mesin CNC adalah suatu proses yang menggunakan komputer untuk mengontrol proses pembuatan seperti *plotter*, mesin bubut, dan sebagainya. Saat ini mesin CNC banyak digunakan untuk proses memotong, mengelas, merakit robot. Karena berkembangnya teknologi pada komputer menjadi sangat mudah menambahkan beberapa fitur baru ke mesin CNC. CNC adalah singkatan dari *Computer Numerical Control* yang menginspirasi dari teknologi CNC, merupakan perubahan revolusioner dalam dunia elektronik dan mikrokontroler digital. Karena biaya pembuatan mesin CNC yang relatif mahal dan dengan penggunaan mesin CNC secara konvensional. namun bagi industri yang memproduksi mesin CNC dalam jumlah besar menjadi sulit untuk memerlukan bahan-bahan yang berkualitas tinggi. [1]

Laboratorium Servomekanisme MIT menemukan bahasa pemrograman kontrol numerik pertama pada akhir 1950-an, mereka menggunakan *g-code* dalam implementasinya. *g-code* (a.k.a. RS-274) adalah bahasa yang paling banyak digunakan dalam pemrograman kontrol numerik untuk mengontrol peralatan mesin CNC. Bahasa pemrograman G adalah bahasa yang membuat programmer mengontrol kecepatan dan arah pada mesin CNC agar motor mengikuti jalur yang telah ditentukan dalam program. [2]

Inti dalam paper ini adalah untuk mengimplementasikan mesin CNC yang dapat menggambar gambar atau gambar di atas kertas kecil yang menggunakan tiga motor *stepper* sebagai aktuator linier pada setiap sumbu x, y dan z. Mikrokontroler Arduino Uno mengontrol sinkronisasi ketiga motor selama pencetakan / gambar dan melihat secara *real-time* pada komputer.

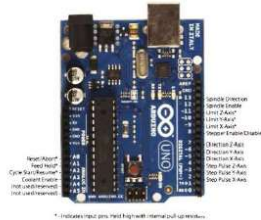
2. Metode Penelitian

2.1 Komponen yang digunakan

Dalam penelitian ini dibutuhkan peralatan berupa komponen *hardware* dan *software* yang akan dijelaskan sebagai berikut:

2.1.1 Arduino Uno

Merupakan mikrokontroler yang berbasis mikrokontrol ATmega328P (*datasheet*). Mikrokontrol Arduino Uno memiliki *input/output* digital sebanyak 14 pin yang terdiri dari 6 pin yang dapat digunakan untuk *output* PWM (*Pulse Width Modulation*) dan 6 pin *input* analog. Terdapat tombol reset, konektor catu daya 9 – 12volt DC dan memiliki penyimpanan sebesar 32KB. [3]



Gambar 1. Arduino Uno R3

Dalam pemrogramannya Arduino diprogram menggunakan Bahasa C atau C++ dalam *software* Arduino IDE dan dengan menggunakan kabel USB untuk menghubungkan dengan komputer.

2.1.2 CNC Shield V3

CNC *Shield* merupakan modul pengaman yang dikoneksikan dengan Arduino untuk membaca *g-code*. Agar CNC *Shield* bekerja perlu menginstal *grbl* pada Arduino.



Gambar 2. CNC Shield

Pada gambar 2 terdapat tempat *driver* motor *stepper* yang terdiri dari sumbu x, y, z dan a. namun yang akan digunakan hanya sumbu x, y, z. CNC *Shield* memerlukan tegangan 8-36volt DC sebagai daya untuk motor *stepper*.

Tabel 2.1 Pengaturan mikro step

M1	M2	M3	Motor step
Low	Low	Low	Full
High	Low	Low	1/2
Low	High	Low	1/4
High	High	Low	1/8
High	High	High	1/16

Pada tabel 2.1 merupakan pengaturan mikro step pada motor *stepper* melalui CNC *Shield*. M1, M2, M3 merupakan pilihan dimana *Low* berarti tanpa soket penghubung dan *High* menggunakan soket penghubung.

2.1.3 Driver Stepper A4988

A4988 adalah driver mikro stepping untuk mengendalikan motor *stepper* bipolar.



Gambar 3. Driver motor stepper

Pada gambar 3 terdapat lima pilihan mikro step pada driver A4988 yaitu *full-step*, *half-step*, *a quarter-step*, *eight-step* dan *sixteenth-step*. Terdapat potensio untuk mengatur arus keluaran dengan tegangan nominal 3 hingga 5.5 V DC. Untuk arus maksimum 2 ampere diperlukan *heat sink* (pendingin) dan tanpa *heat sink* untuk arus 1 ampere. [4]

2.1.4 Motor Stepper

Motor *stepper* adalah motor DC yang bergerak dalam langkah diskrit. Pada bagian stator pada motor memiliki banyak kumparan yang diatur dalam kelompok yang disebut "fase". Dengan memberi tegangan pada setiap fase secara berurutan, motor akan berputar, selangkah demi selangkah. Dengan langkah yang dapat diatur komputer untuk mencapai posisi yang tepat dan mengontrol kecepatan. Oleh sebab itu motor *stepper* cocok untuk pekerjaan yang membutuhkan presisi yang tinggi. [4]



Gambar 4. Motor stepper

Pada gambar 4, motor *stepper* yang digunakan yaitu NEMA17 17HS4401 dengan kriteria *step angle* 1.8 *degree* dengan nilai arus 1.7 ampere dan dapat menahan torka sebesar 40N.cm (*datasheet*)

2.1.5 Power supply

Dalam pengoperasian mesin CNC diperlukan *power supply* 12volt tegangan searah untuk menggerakkan motor *stepper* pada mesin CNC.



Gambar 5. Power supply

Pada gambar 5, memiliki *input* tegangan 220V AC dengan frekuensi 50Hz. Terdapat empat *output* pada *power supply* yaitu +12, -12, -12, +12 V DC 10 amper yang tertera pada *power supply*.

2.1.6 CorelDRAW

Sebuah salah satu *software* yang berfungsi untuk mendesain gambar 2 dimensi yang nantinya hasil desain gambar akan diproses pada *software* mesin CNC.

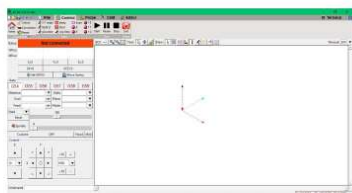


Gambar 6. CorelDRAW 2019

Gambar 6 merupakan logo dari *software* CorelDRAW 2019 dan dapat diunduh di internet. Peneliti menggunakan *software* ini dikarenakan dapat mengekspor file dalam bentuk .dxf (*AutoCAD/ Computer Aided Design*) yang berupa *g-code*, agar gambar yang telah dibuat dapat diproses pada mesin CNC.

2.1.7 bCNC

Merupakan salah satu *software* simulasi mesin CNC 3 axis yaitu x, y, z. *software* bCNC dapat mengeksekusi beberapa file yang menggunakan Bahasa G atau *g-code*.

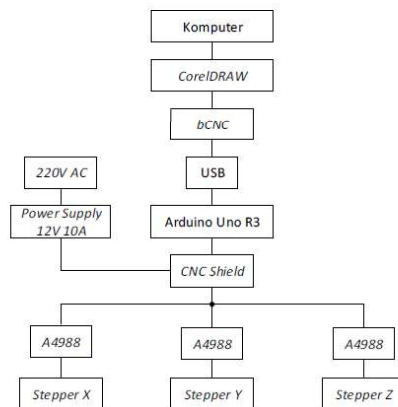


Gambar 7. Software bCNC

bCNC diinstall menggunakan *python.exe* dengan bantuan *Command Prompt* yang tersedia pada system operasi *Windows*.

2.2 Perancangan dan cara kerja alat

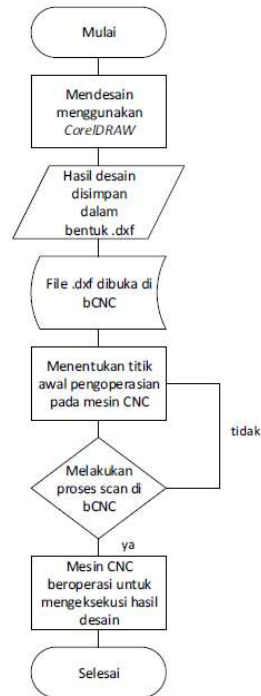
Dalam perancangan mesin CNC membutuhkan komputer sebagai *human interface* yang berguna untuk membuat desain gambar menggunakan *software* CorelDRAW. Setelah desain dibuat, maka desain perlu di simpan dalam bentuk ekstensi .dxf (*AutoCAD/ Computer Aided Design*) yang nantinya file tersebut akan dibuka dalam *software* bCNC yang telah terkoneksi dengan Arduino tipe Uno R3 melalui kabel USB. Terdapat modul CNC Shield yang telah terhubung dengan 14 port I/O pada Arduino dan driver motor *stepper* yang telah terhubung pada modul CNC Shield yang akan menggerakkan masing-masing motor *stepper*. Terdapat *power supply* dengan *output* 12V DC 10A yang berguna untuk menyuplai tegangan pada motor *stepper* melalui modul CNC Shield. Pada gambar 8, merupakan diagram perancangan alat pada mesin CNC.



Gambar 8. Diagram perancangan pembuatan mesin CNC

Setelah merencanakan alat, pada gambar 9 merupakan proses perancangan desain pada mesin CNC menggunakan spidol dengan media kertas. Mulai dari mendesain menggunakan *software* CorelDRAW, membuka hasil desain dalam bentuk .dxf (*AutoCAD/ Computer Aided Design*) pada *software* bCNC yang telah terhubung dengan Arduino melalui kabel USB, lalu menentukan titik awal mesin CNC melalui *software* bCNC, setelah itu mesin CNC melakukan proses scanning. Jika proses scanning gagal, ulangi lagi dalam menentukan titik awal. Setelah melalui proses scanning, tekan tombol start pada *software* bCNC. Proses pengerjaan gambar pada mesin CNC bekerja sesuai

desain yang telah dibuat. Lama waktu yang dikerjakan tergantung dari desain yang telah dibuat.



Gambar 9. Proses kerja mesin CNC

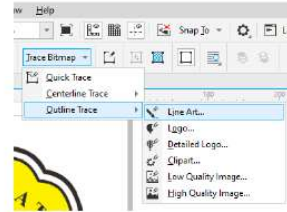
3. Hasil dan Pembahasan

Setelah alat dibuat, selanjutnya membuat desain pada software CorelDRAW, sebagai contoh desain yang sudah ada peneliti menggunakan logo Universitas Soegijapranata pada gambar yang diunduh melalui media internet dengan dengan ekstensi .png (). Selanjutnya gambar disesuaikan pada panjang dan lebar area yang dapat dijangkau mesin CNC. Pada mesin CNC yang dibuat dapat menjangkau dengan panjang 180mm dan lebar 120mm.



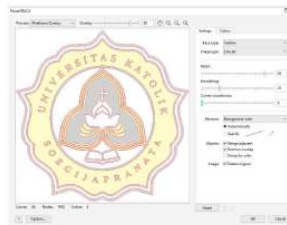
Gambar 10. Logo Universitas Soegijapranata

Selanjutnya gambar diedit menggunakan software CorelDRAW menggunakan bitmap tool yang tersedia di CorelDRAW.



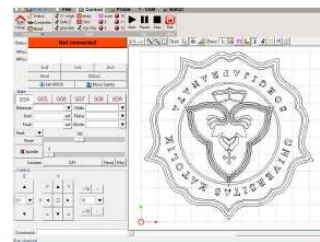
Gambar 11. Cara membuat outline

Pada gambar 11 merupakan langkah dalam membuat outline pada software CorelDRAW.



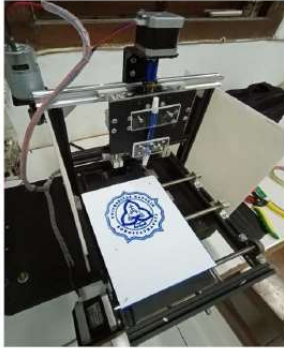
Gambar 12. Hasil outline yang dibuat.

Pada gambar 12, hasil outline dapat dilihat pada gambar garis yang tebal. Selanjutnya hasil outline disimpan dengan ekstensi .dxf (AutoCAD/ Computer Aided Design).



Gambar 13. Software bCNC

Pada gambar 13, adalah hasil logo yang diedit pada software CorelDRAW dan dibuka menggunakan software CNC yaitu bCNC



Gambar 14. Hasil logo pada mesin CNC

Pada gambar 14, merupakan hasil logo yang telah dibuat menggunakan mesin CNC melalui *software* bCNC dengan menggunakan spidol dan kertas foto sebagai media menggambar.

4. Kesimpulan

Dari hasil gambar logo yang telah dibuat menggunakan mesin CNC dapat disimpulkan sebagai berikut:

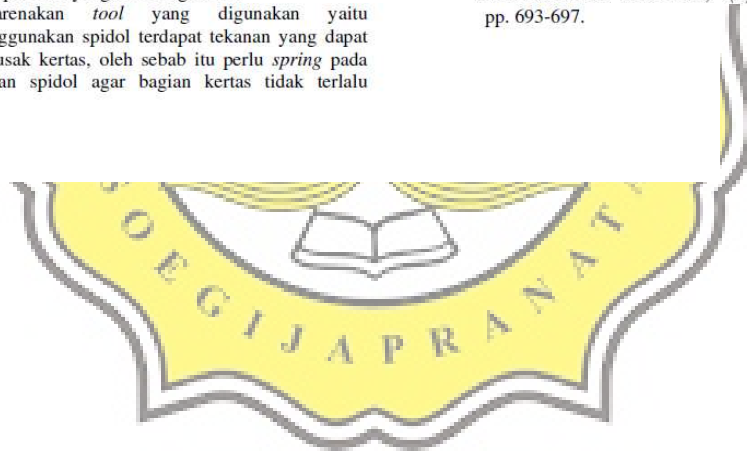
1. Secara keseluruhan mesin CNC berjalan dengan baik, namun karena bagian landasan kurang rata terdapat hasil yang tidak tergambar.
2. Dikarenakan *tool* yang digunakan yaitu menggunakan spidol terdapat tekanan yang dapat merusak kertas, oleh sebab itu perlu *spring* pada bagian spidol agar bagian kertas tidak terlalu

banyak menerima tekanan yang nantinya akan merusak *tool*.

3. Pada motor *stepper* bagian sumbu X dan Y terdapat *slip*. Karena pada bagian *mur* terdapat sedikit *space* terhadap *baud*.
4. Waktu yang dibutuhkan dalam menggambar logo Unika Soegijapranata berlangsung selama 17 menit 12 detik.
5. Untuk hasil yang lebih cepat ataupun lambat dapat diatur dalam *software* bCNC.

5. Daftar Acuan

- [1] Kajal J. Madekar, Kranti R. Nanaware, Pooja R. Phadtare, Vikas S. Mane, "Automatic mini CNC machine for PCB drawing and drilling", International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 03 Issue: 02 Feb 2016.
- [2] Ismail N. Aman, Lateef M. Anas, "Microcontroller – Based Plotter Machine", Al-Nahrain Journal for Engineering Sciences (NJES) Vol.21 No.3, 0218 pp.350 - 355
- [3] Verma, M, *WORKING, OPERATION AND TYPES OF ARDUINO MICROCONTROLLER*, 6(6), June 2017, pp. 155-158.
- [4] Anubhavi S. Pawar, Monali J. Halunde, Shabanam M. Nayakawadi Ms. P. P. Mirajkar, 3 *AXIS DRAWING MACHINE*, 4(3), Mar 2017, pp. 693-697.



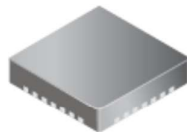
DMOS Microstepping Driver with Translator and Overcurrent Protection

Features and Benefits

- Low $R_{DS(ON)}$ outputs
- Automatic current decay mode detection/selection
- Mixed and Slow current decay modes
- Synchronous rectification for low power dissipation
- Internal UVLO
- Crossover-current protection
- 3.3 and 5 V compatible logic supply
- Thermal shutdown circuitry
- Short-to-ground protection
- Shorted load protection
- Five selectable step modes: full, $1/2$, $1/4$, $1/8$, and $1/16$

Package:

28-contact QFN
with exposed thermal pad
5 mm × 5 mm × 0.90 mm
(ET package)



Approximate size

Description

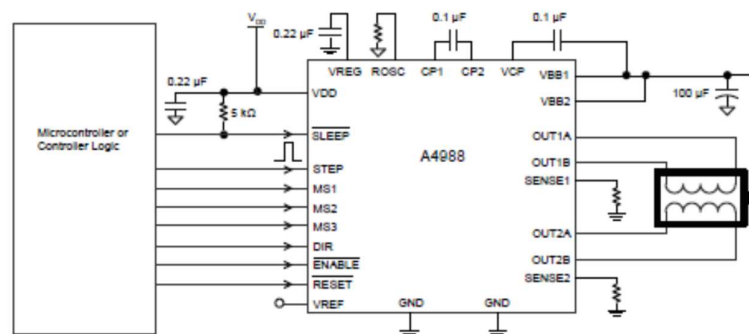
The A4988 is a complete microstepping motor driver with built-in translator for easy operation. It is designed to operate bipolar stepper motors in full-, half-, quarter-, eighth-, and sixteenth-step modes, with an output drive capacity of up to 35 V and ± 2 A. The A4988 includes a fixed off-time current regulator which has the ability to operate in Slow or Mixed decay modes.

The translator is the key to the easy implementation of the A4988. Simply inputting one pulse on the STEP input drives the motor one microstep. There are no phase sequence tables, high frequency control lines, or complex interfaces to program. The A4988 interface is an ideal fit for applications where a complex microprocessor is unavailable or is overburdened.

During stepping operation, the chopping control in the A4988 automatically selects the current decay mode, Slow or Mixed. In Mixed decay mode, the device is set initially to a fast decay for a proportion of the fixed off-time, then to a slow decay for the remainder of the off-time. Mixed decay current control results in reduced audible motor noise, increased step accuracy, and reduced power dissipation.

Continued on the next page...

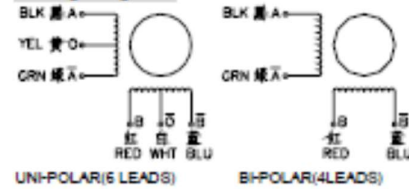
Typical Application Diagram



2 Phase Hybrid Stepper Motor 17HS series-Size 42mm(1.8 degree)



Wiring Diagram:

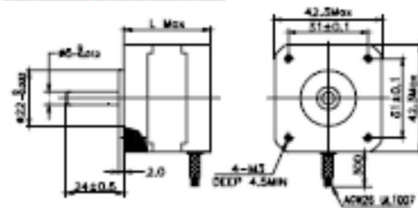


Electrical Specifications:

Series Model	Step Angle (deg)	Motor Length (mm)	Rated Current (A)	Phase Resistance (ohm)	Phase Inductance (mH)	Holding Torque (N.cm Min)	Detent Torque (N.cm Max)	Rotor Inertia (g.cm ²)	Lead Wire (No.)	Motor Weight (g)
17HS2408	1.8	28	0.6	8	10	12	1.6	34	4	150
17HS3401	1.8	34	1.3	2.4	2.8	28	1.6	34	4	220
17HS3410	1.8	34	1.7	1.2	1.8	28	1.6	34	4	220
17HS3430	1.8	34	0.4	30	35	28	1.6	34	4	220
17HS3630	1.8	34	0.4	30	18	21	1.6	34	6	220
17HS3618	1.8	34	0.16	75	40	14	1.6	34	6	220
17HS4401	1.8	40	1.7	1.5	2.8	40	2.2	54	4	280
17HS4402	1.8	40	1.3	2.5	5.0	40	2.2	54	4	280
17HS4602	1.8	40	1.2	3.2	2.8	28	2.2	54	6	280
17HS4630	1.8	40	0.4	30	28	28	2.2	54	6	280
17HS8401	1.8	48	1.7	1.8	3.2	52	2.6	68	4	350
17HS8402	1.8	48	1.3	3.2	5.5	52	2.6	68	4	350
17HS8403	1.8	48	2.3	1.2	1.6	46	2.6	68	4	350
17HS8630	1.8	48	0.4	30	38	34	2.6	68	6	350

*Note: We can manufacture products according to customer's requirements.

Dimensions: unit=mm



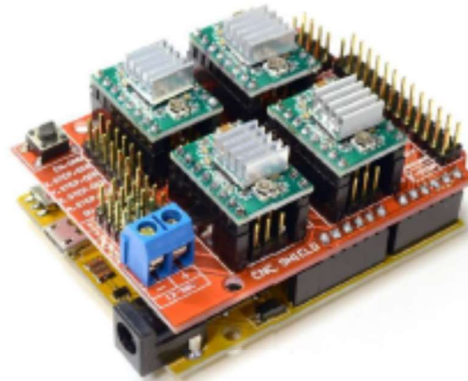
Motor Length:

Model	Length
17HS2XXX	28 mm
17HS3XXX	34 mm
16HS4XXX	40 mm
16HS8XXX	48 mm



3-Axis CNC/Stepper Motor Shield for Arduino

The Arduino CNC Shield makes it easy to get your CNC projects up and running in a few hours. It uses opensource firmware on Arduino to control 4 stepper motors using 4 pieces of A4988 Stepper Motor driver breakout board, with this shield and ArduinoUno/Mega, you can build all kinds of robotics, linear motion project or projects including CNC routers, laser cutters and even pick&place machines.



SKU: [DRV1001](#)

Brief Data:

- GRBL 0.9 compatible. (Open source firmware that runs on an Arduino UNO that turns G-code commands into stepper signals)
- 4-Axis support (X, Y, Z, A-Can duplicate X,Y,Z or do a full 4th axis with custom firmware using pins D12 and D13)
- 2 x End stops for each axis (6 in total)
- Coolant enable
- Uses removable A4988 compatible stepper drivers. (A4988, DRV8825 and others)(Not Included)
- Jumpers to set the Micro-Stepping for the stepper drivers. (Some drivers like the DRV8825 can do up to 1/32 micro-stepping)
- Compact design.
- Stepper Motors can be connected with 4-pin Molex connectors or soldered in place.
- Runs on 12-36VDC. (At the moment only the DRV8825 drivers can handle up to 36V so please consider the operation voltage when powering the board.)

Submission author:
15f20002 AGUSTINUS ADI NUGROHO

Check ID:
15862087

Check date:
13.01.2020 06:42:48 GMT+0

Check type:
Doc vs Internet + Library

Report date:
13.01.2020 06:47:31 GMT+0

User ID:
30591



File name: 15.F2.0002_Agustinus Adi Nugroho.docx

File ID: 20159308 Page count: 5 Word count: 5051 Character count: 35205 File size: 73.69 KB

5.62% Matches

Highest match: 1.98% with source <https://bukan-sekedar-tahu.blogspot.com/2011/10/2.html>

2.32% Internet Matches

6

Page 7

3.31% Library matches

70

Page 7

2.18% Quotes

Quotes

5

Page 8

No references found

5.66% Exclusions

Sources less than 8 words were automatically excluded

No internet exclusions found

5.66% Library exclusions

8

Page 8

Replacement

No replaced characters found