

Perancangan Sistem Pencampuran Cat Berbasis Mikrokontroler

Try Andio Rahmandika¹, Fivia Eliza²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri

PadangJl. Prof Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

e-mail: tryandiorahmandika@gmail.com

Abstrak

Sistem kendali (control system) adalah suatu alat yang digunakan untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Banyak peralatan industri yang memanfaatkan kemajuan di bidang pengendali sebagai upaya pengaplikasian kendali otomatis, hasil yang didapatkan dari peralatan yang bekerja secara otomatis mempunyai kualitas dan ketelitian sehingga didapatkan hasil yang konstan dan sesuai dengan yang diinginkan. Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang sistem yang dapat memadukan warna *cyan*, *magenta*, *yellow*, *black* menjadi warna yang bervariasi. Rancangan Tugas Akhir ini menggunakan Arduino Uno 328 sebagai pengendali dan pengontrol pencampuran warna cat, untuk pengatur keluaran aliran cat pada masing-masing warna dasar di atur menggunakan Visual Basic dan motor servo bertindak sebagai katup untuk mengatur keluaran cat. Perancangan alat pencampuran cat ini dilakukan pada komputer (PC) dengan menggunakan software visual basic sebagai media tampilan proses pencampuran cat dan pengontrolan pilihan warna cat yang akan dilakukan pencampuran. Berdasarkan hasil pengujian dan analisa Dari hasil pembuatan tugas akhir Perancangan pencampuran cat otomatis berbasis mikrokontroler Atmega328 bahwa Setelah dilakukannya pengujian sebanyak tiga kali dari beberapa warna, maka hasil warna yang didapat tidak berbeda/ mendekati dan Software dalam rancangan sistem pencampur cat mampu melakukan pencampuran cat sesuai dengan nilai set point dengan pemberian delay pada buku/tutup katup didapatkan volume yang sesuai dengan yang ditentukan serta mampu mencampur warna cat sesuai yang dikehendaki.

Abstract

A control system is a tool used to control, control, and regulate the state of a system. Many industrial equipment that utilizes advances in the field of controllers as an effort to apply automatic control, the results obtained from equipment that work automatically have quality and accuracy so that results are constant and in accordance with the desired. This final task aims to design a system that can blend cyan, magenta, yellow, black colors into varied colors. This Final Project Design uses Arduino Uno 328 as a controller and controller of paint color mixing, for the paint flow output regulator on each base color is set using Visual Basic and the servo motor acts as a valve to adjust the paint output. The design of this paint mixing tool is carried out on a computer (PC) by using basic visual software as a display media for the paint mixing process. Based on the results of testing and analysis from the results of making the final task Designing automatic paint mixing based on microcontroller Atmega328 that After testing three times from several colors, the color results obtained are no different / close and the software in the design of the paint mixing system is able to mix paint in accordance with the set point value by giving delays to the book / valve cap obtained the volume that is determined and able to mix paint colors as desired.

INFO.

Info. Artikel:

No. 235

Received April 2, 2022

Revised. April 14, 2022

Accepted. April 16, 2022

Page. 209-222

Kata kunci:

- ✓ Mikrokontroler Arduino Uno
- ✓ Driver Motor
- ✓ CMYK
- ✓ Visual Basic

PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang perkembangan ilmu dan teknologi semakin pesat, terutama dalam bidang pengendali. Banyak peralatan industri yang memanfaatkan kemajuan di bidang pengendali sebagai upaya pengaplikasian kendali otomatis. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong manusia berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul di sekitarnya untuk meringankan pekerjaan. Hasil yang didapatkan dari peralatan yang bekerja secara otomatis mempunyai kualitas dan ketelitian sehingga didapatkan hasil yang konstan dan sesuai dengan yang diinginkan.

Alat pencampur warna sesungguhnya merupakan peralatan elektronika yang sangat dibutuhkan terutama oleh pengusaha di bidang pengoplosan (pencampuran) warna, seperti dalam mencampur warna cat atau membuat warna baru dari berbagai variasi warna [1]. Mencampur cat secara manual sudah tidak efisien lagi, karena menuntut ke-precisian perbandingan warna cat yang dicampur dan keahlian serta peformasi kerja sistem si pekerja [2].

Berdasarkan survey lapangan pada toko penjual cat, terdapat alat pencampur cat yang sudah ada pada toko cat berdasarkan merek cat seperti merek Nippon Paint, dan lain-lain. Pencampuran ini hanya dapat dilakukan untuk mencampur cat satu kali saja dalam satu tempat, sehingga penggunaan alat pencampuran cat di toko tidak dapat melakukan pencampuran cat dua buah cat atau lebih dalam waktu bersamaan. Berdasarkan permasalahan ini banyak peneliti yang sudah melakukan dan membuat rancang bangun tentang alat pencampuran warna atau cat ini [3].

Rancangan Tugas Akhir ini menggunakan Arduino Uno 328 sebagai pengendali dan pengontrol pencampuran warna cat, untuk pengatur keluaran aliran cat pada masing-masing warna dasar di atur menggunakan Visual Basic dan motor servo bertindak sebagai katup untuk mengatur keluaran cat. Perancangan alat pencampuran cat ini dilakukan pada komputer (PC) dengan menggunakan software visual basic sebagai media tampilan proses pencampuran cat dan pengontrolan pilihan warna cat yang akan dilakukan pencampuran. Dengan adanya alat pencampur cat ini diharapkan dapat mempermudah pengguna untuk melakukan pencampuran warna cat lebih dari satu warna dalam waktu bersamaan sehingga dapat meningkatkan produktifitas kerja dan efisien waktu [4].

Tujuan dalam merancang dan membuat alat pencampur cat berbasis mikrokontroler dengan media PC ini dapat bermanfaat untuk mempermudah pengguna dalam melakukan pencampuran cat yang dapat menghasilkan banyak warna dan memberikan pengetahuan tentang kegunaan alat yang dipakai untuk mengendalikan pencampur cat berbasis mikrokontroler menggunakan arduino.

DASAR TEORI

Sistem kontrol

Sistem kontrol atau sistem kendali adalah kumpulan dari beberapa komponen yang terhubung satu sama lainnya, sehingga membentuk satu tujuan tertentu yaitu mengendalikan atau mengatur suatu sistem. Sistem kontrol dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu sistem kontrol *loop* terbuka dan sistem kontrol *loop* tertutup [5].

Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan *chip* mikrokomputer secara fisik berupa sebuah IC (*Integrated Circuit*). Mikrokontroler biasanya digunakan dalam sistem yang kecil, murah, dan tidak membutuhkan perhitungan yang sangat kompleks seperti dalam aplikasi di PC [6]. Penggunaan utama mikrokontroler adalah untuk mengontrol operasi sebuah mesin yang menggunakan program tetap yang disimpan dalam ROM dan tidak berubah sepanjang sistem tersebut [7].

Arduino

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang bersifat open source, dimana desain skematik dan PCB bersifat open source, sehingga kita dapat menggunakannya maupun melakukan modifikasi. Software untuk membuat, mengkompilasi dan meng-upload program yaitu Arduino IDE atau disebut juga Arduino Software yang juga bersifat *open source*. *Arduino IDE (Integrated Development Environment)* dibuat dari bahasa pemrograman Java [8].

Bahasa Pemrograman C

Bahasa C disebut sebagai bahasa pemrograman terstruktur, fungsional karena strukturnya menggunakan fungsi fungsi sebagai program bagian (*subroutine/ module*). Fungsi selain fungsi utama disebut *subroutine/ module* dan ditulis setelah fungsi utama (main) atau diletakkan pada file pustaka (*library*). Jika fungsi-fungsi diletakkan pada file pustaka dan akan dipakai di suatu program, maka nama file headernya harus dilibatkan dalam program menggunakan *preprocessor directive #include* [9].

Komposisi Warna

Warna adalah spectrum tertentu dari sebuah cahaya sempurna (berwarna putih). Tiap warna memiliki identitas gelombang masing-masing yang akan membentuk warna itu sendiri. Gelombang masing-masing yang akan membentuk warna yang dapat ditangkap mata manusia berkisar antara 380-780 nanometer. Mempresentasikan warna dalam suatu gambar yang berbentuk digital, model yang biasanya digunakan yaitu warna RGB, CMYK, HSB dan CIE-XYZ. Warna CMYK merupakan kependekan dari *Cyan, Magenta, Yellow, Black* yang seringkali dijadikan sebagai referensi untuk pewarnaan dalam menggunakan empat warna tersebut, dan mengacu pada warna primer pigmen [10].

Motor DC

Motor listrik adalah peralatan listrik yang mengubah dari besaran listrik ke mekanik. Kopling antara sistem listrik dan sistem mekanik adalah melalui medium dari medan arus listrik atau medan muatan. Prinsip dasar sebuah motor listrik adalah adanya dua buah medan magnet permanen dengan magnet buatan. Prinsip ini sesuai dengan kaidah tangan kiri *flemming* yang menyebutkan bahwa jika ada garis gaya magnet yang membus telapak tangan, dan arah arus searah dengan jari-jari tangan maka akan timbul gaya yang searah dengan ibu jari [11].

Motor Servo

Motor servo menggunakan sistem umpan balik tertutup, dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo [12]. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Karena motor servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanent motor DC servolah yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanent dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan [13]

Visual Basic

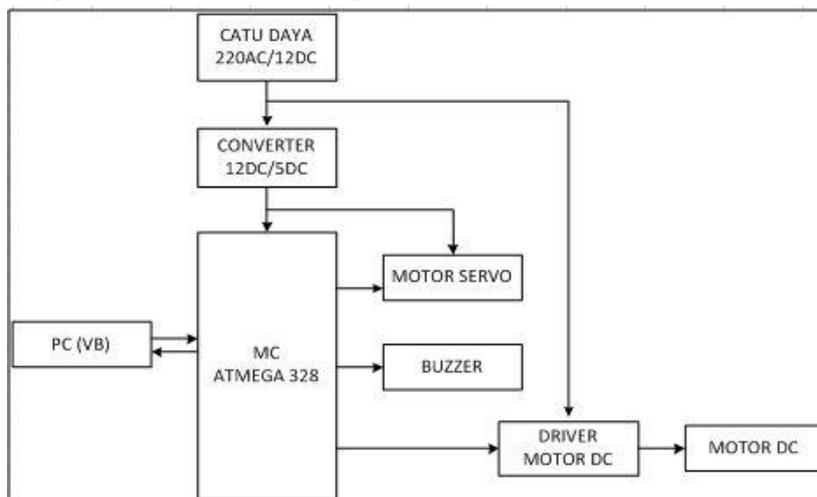
Microsoft, terdapat dalam paket program Visual Studio 2012 yang terintegrasi dengan program Visual Basic 2012, Visual C++ 2012, Visual F#, dan Visual C# 2012. Pada Visual Basic 2012 menggunakan .Net Framework 4.5 dan sebagai database default (bawaan dari sistem) adalah SQL Server 2012. Visual Basic 2012 merupakan Visual Basic pengembangan dari Visual Basic 2010 [14]. Microsoft Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak lengkap (suite) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi. Baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya dalam bentuk aplikasi console, aplikasi Windows, ataupun aplikasi Web. Visual Studio mencakup compiler, SDK, Integrated Development Environment (IDE), dan dokumentasi (umumnya berupa MSDN Library) [15].

METODE PENELITIAN

Metoda yang digunakan pada tugas akhir ini adalah perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan *hardware* terdiri dari perancangan mekanik dan elektronik yang digunakan dalam tugas akhir ini. Sedangkan perancangan *software* terdiri dari blok diagram, arduino, *visual basic* dan *flowchart*.

A. Blok Diagram

Adapun blok diagram dari alat adalah seperti dibawah ini.

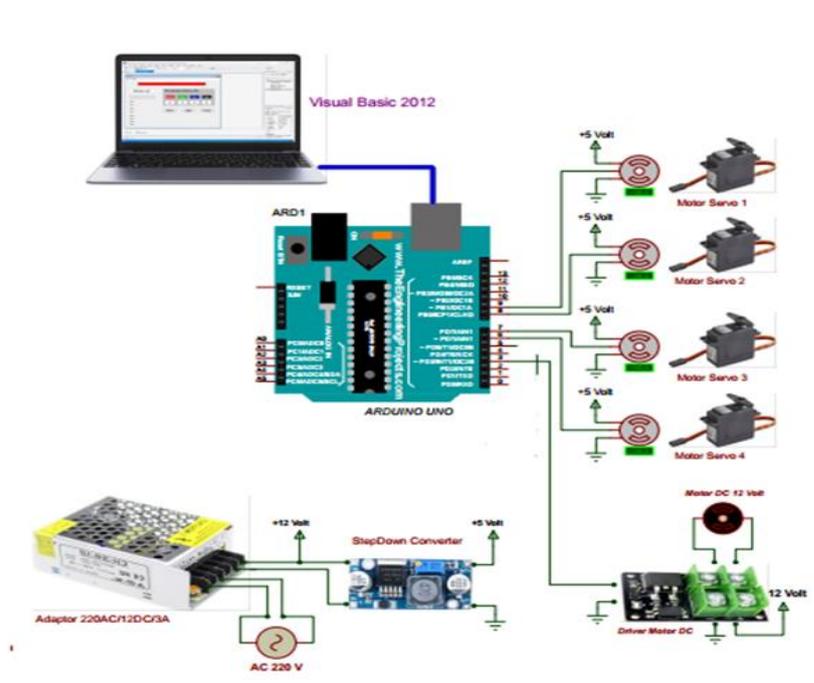


Gambar 1. Blok Diagram

B. Perancangan Rangkaian

Pada gambar dibawah kita dapat melihat bahwa mikrokontroler ini terdiri dari 4 buah port. Port-port tersebut mempunyai fungsi sebagai input, output dan fungsi-fungsi khususnya. Rangkaian *driver* berfungsi untuk menjalankan motor Servo dan motor DC. Rangkaian *driver* ini terdiri dari sakelar Digital yang berfungsi untuk mengendalikan beban berupa solenoid dan motor DC. Rangkaian sakelar digital ini dibentuk oleh komponen resistor 10k Ω , transistor C945, dioda IN4002, dan relay 12Vdc. Resistor pada kaki basis akan membatasi arus yang masuk ke basis transistor.

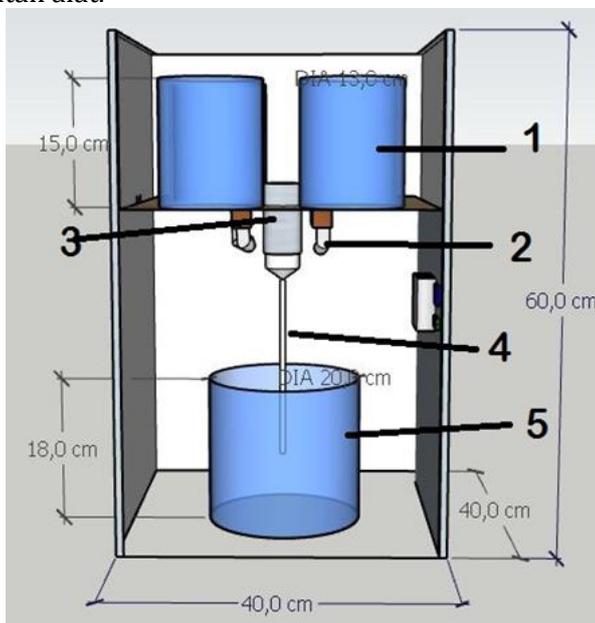
Dioda IN4002 berfungsi untuk menahan tegangan balik dari *relay* dari kondisi tidak aktif. Transistor berfungsi sebagai sakelar untuk mengaktifkan/ menonaktifkan *relay*. Saat basis transistor mendapatkan arus Ib maka arus Ic akan dapat mengalir ke emitor melalui *coil relay* dan *relay* dalam kondisi aktif sehingga beban pun akan hidup. Pada keadaan seperti itu, transistor diibaratkan seperti sakelar tertutup. Sedangkan saat basis transistor tidak dapat mengalir ke emitor melalui *coil relay* dan *relay* dalam kondisi tidak aktif sehingga beban pun akan mati. Pada keadaan seperti itu, transistor diibaratkan seperti sakelar terbuka.



Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan

C. Perancangan Hardware

Secara garis besar perancangan hardware terdiri dari rancangan mekanik dan elektronik, perancangan ini sendiri bertujuan untuk memudahkan dalam pembuatan alat serta mengurangi kesalahan dalam pembuatan alat.



Gambar 3. Rancangan Alat

- Keterangan:
1. Wadah cat dasar
 2. Motor servo
 3. Motor pengaduk (motor dc)
 4. Besi pengaduk
 5. Wadah penampung cat

D. Perancangan Software



Gambar 4. Tampilan Visual Basic

Pembuatan aplikasi alat pencampur cat menggunakan program Visual Basic dimulai dengan membuat rancangan user interface aplikasi pada form kerja. Komponen-komponen yang akan digunakan yaitu Label, Textbox dan button dengan cara drag and drop dari menu Toolbox ke form kerja. Setiap properties pada Toolbox yang telah di gunakan pada form dapat di edit dan disesuaikan dengan rancangan yang akan dibuat. Selanjutnya untuk Toolbox button, masukan script program setiap komponen berdasarkan kepentingannya masing-masing. Setelah selesai rancangan aplikasi yang telah dibuat dapat dijalankan dengan menggunakan tombol start yang terdapat pada menu Toolbar.

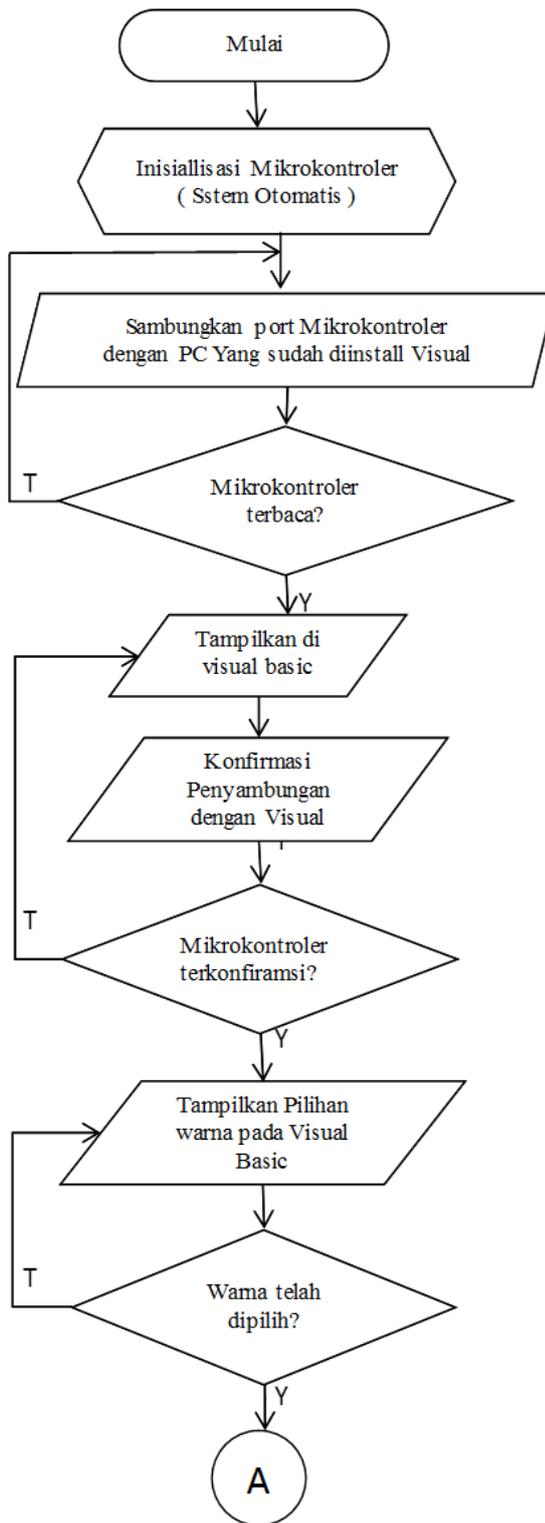
E. Prinsip Kerja

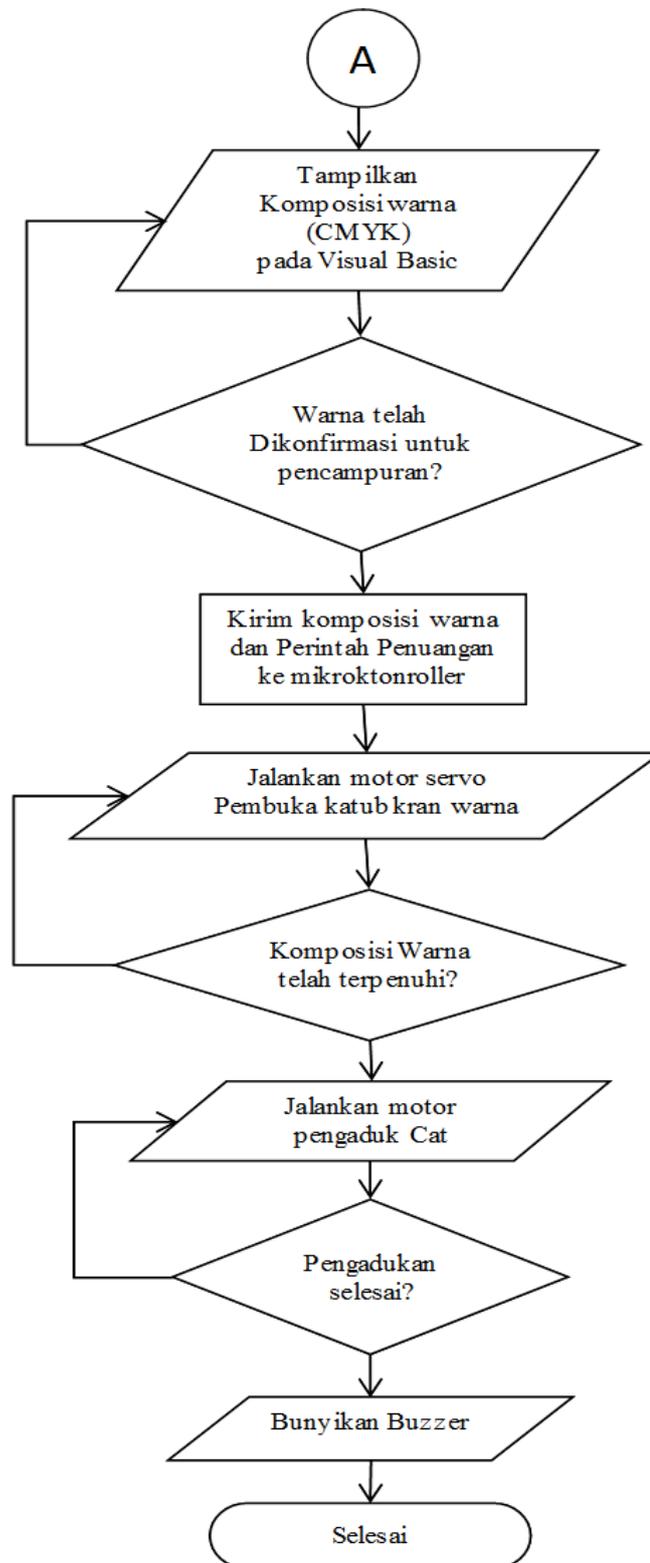
Pembahasan cara kerja perancangan sistem pencampuran cat berbasis Arduino Uno328 yaitu bahasa pemrograman yang digunakan adalah Bahasa C. Bagian ini berfungsi untuk memberikan perintah-perintah dalam bentuk bahasa program ke dalam IC Mikrokontroler untuk mengendalikan sistem kerja proses pencampuran cat secara keseluruhan. IC Mikrokontroler Arduino Uno328 sebagai pusat pengendali, pada saat program pencampuran berlangsung. IC Mikrokontroler berfungsi untuk mengaktifkan rangkaian *driver motor servo*, dan *driver motor DC*. Dengan cara membuka atau menutup kran yang digerakkan oleh motor servo serta menjalankan motor DC sebagai pengaduk hasil campuran cat yang sudah ditentukan sesuai program.

Apabila warna yang akan dihasilkan sudah dipilih melalui media visual basic maka jumlah volume yang telah diatur dalam program akan di eksekusi sehingga nantinya akan memberi perintah kepada masing-masing katub warna (*cyan, magenta, yellow, black*) yang digerakkan oleh motor servo membuka atau menutup sesuai dengan takaran yang diukur dan dikalibrasi secara manual ke dalam program yang dibuat melalui media pada PC dengan menggunakan Software Visual Basic dan sebagai media untuk menampilkan proses pencampuran cat yang sedang dilakukan. Sedangkan, pengaduk cat merupakan *Finishing* dari proses pencampuran/ pengoplosan cat ini. Pengaduk ini akan mengaduk/ mencampur ketiga macam warna cat dengan perbandingan tertentu yang sebelumnya telah diproses oleh katup pengatur aliran cat. Pengaduk cat ini digerakkan oleh motor DC, dengan tegangan sebesar 12Volt.

F. Diagram Alir (Flowchart)

Diagram alir *flowchart* adalah suatu metode yang menggambarkan aliran proses dari suatu operasi, diagram ini sangat cocok untuk diimplementasikan dengan memanfaatkan algoritma yang dituliskan pada *computer*. *Flowchart* dapat digunakan untuk menggambarkan cara kerja dari alat yang akan dibuat kedalam simbol-simbol agar lebih mudah untuk dipahami, bentuk diagram alir alat dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini:





Gambar 5. Flowchart

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Rangkaian Arduino Uno

Pengujian rangkaian sistim minimum mikrokontroler ATmega328 bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian sudah bekerja dengan baik. Pengukuran tegangan dilakukan terhadap parameter logika '0' dan logika '1' pada port I/O mikrokontroler ATmega328. Hasil pengukuran rangkaian sistem minimum mikrokontroler dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pengukuran mikrokontroler ATmega328

Logika Port	Tegangan pada port ATmega328
Low (0)	3,7 mVDC
High (1)	4,94 VDC

Analisa:

Berdasarkan Tabel Dapat diketahui bahwa mikrokontroler bekerja pada dua kondisi logika yaitu kondisi low (0), tegangan yang terbaca pada instrumen pengukuran didapatkan tegangan *portd.2* sebesar 0.0 VDC yang berarti sistem masih dalam batas ideal. Logika yang kedua yaitu kondisi *high* (1), tegangan yang terbaca pada instrument pengukuran didapatkan tegangan *portd.2* sebesar 4,92 VDC yang berarti sistem masih dalam batas ideal karena mikrokontroler ATmega328 memiliki tegangan kerja antara 4.8 VDC hingga 5.1 VDC.

2. Pengujian Hardware

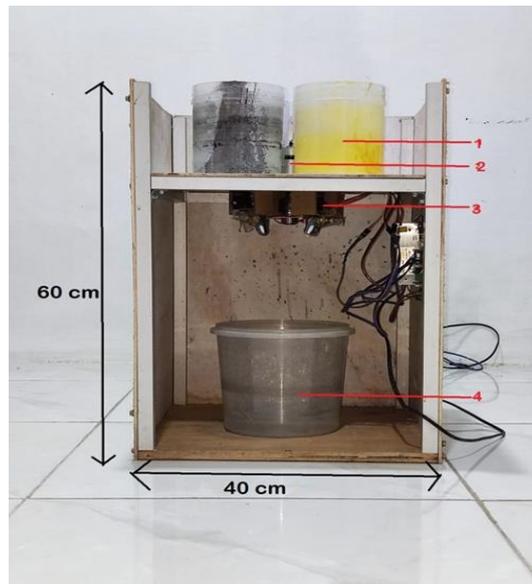
Bentuk Fisik alat dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 6. Bentuk Fisik Alat Tampak Atas

Keterangan :

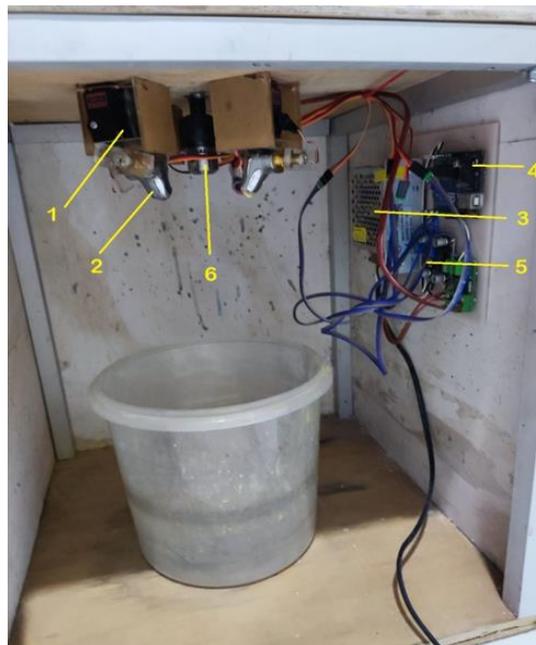
1. Tabung warna dasar
2. Motor Pengaduk
3. Motor Servo
4. Wadah Penampung Cat



Gambar 7. Bentuk Fisik Alat Tampak Depan

Keterangan :

1. Tabung warna dasar
2. Motor Pengaduk
3. Motor Servo
4. Wadah Penampung Cat



Gambar 8. Bentuk Fisik Alat Tampak Dalam

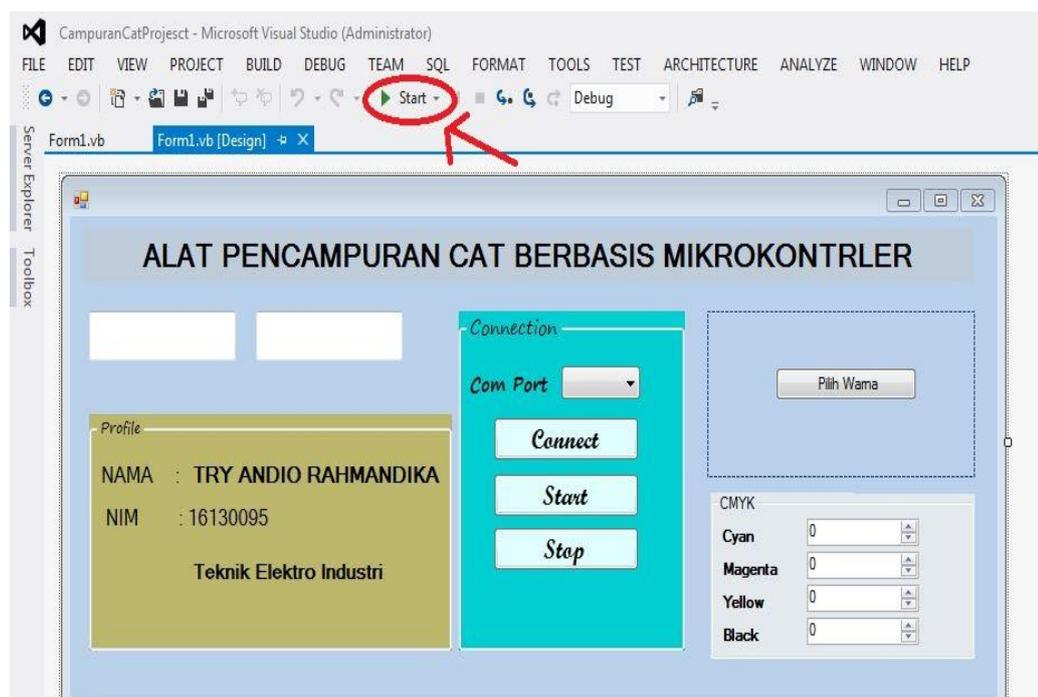
Keterangan:

1. Motor Servo
2. Katup keluaran cat
3. Catu daya
4. Arduino
5. Stepdown converter
6. Chuk bor

Pada **Gambar 8** terlihat bagian dalam alat dengan berbagai komponen, motor servo yang ditautkan dengan katup atau kran agar katup dapat terbuka, chuk bor yang dipasangkan ke motor dc berfungsi memegang besi pengaduk, sedangkan komponen elektronik terpasang samping body alat. Sedangkan proses keluarnya cat dari wadah cat dasar yang berada diatas terlihat pada Gambar 4.10, setelah seluruh warna keluar sesuai dengan volume masing-masing motor akan berputar untuk mengaduk cat yang sudah tercampur diwadah akhir selama 20 detik.

3. Pengujian Software

Untuk memudahkan pengontrolan dan analisis sistem, maka dirancang sebuah aplikasi visual untuk melihat dan memilih warna sesuai yang diinginkan melalui PC. Pemograman ini menggunakan bahasa Pemograman Visual Basic, komunikasi data dari Arduino ke Visual Basic atau sebaliknya adalah melalui serial monitor pada arduino. Pengujian dari perancangan *software* ini dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 9. Tampilan *from visual basic*

Pada **Gambar 9** merupakan desain tampilan visual basic, untuk memulai program menjalankan *form* terlebih dahulu menekan tombol *strat* yang terdapat pada menu *toolbar*. Setelah itu pilih *port* lalu tekan tombol *connenct* agar alat dan PC dapat terhubung.



Gambar 10. Tampilan Pilihan Warna

Setelah alat dan PC terhubung lalu masuk ke proses pemilihan warna dengan menekan tombol “pilih warna” dan pilihan warna akan muncul pada layar PC seperti yang terlihat pada **Gambar 10**, warna dapat di *custom* sesuai dengan yang di inginkan.



Gambar 11. Tampilan setelah memilih warna

Setelah memilih warna tampilan akan terlihat seperti **Gambar 11** pada tampilan warna dasar CMYK terlihat pada setiap warna memiliki nilai masing-masing yang akan dikeluarkan sesuai program. Setelah itu tekan tombol *start* pada tampilan *form* dan perintah akan dikirim ke Arduino untuk membuka setiap katup-katup yang digerakkan oleh motor servo.

4. Pengujian Secara Keseluruhan

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan hasil perancangan dengan hasil pengujian apakah sudah bekerja dengan baik atau belum, berikut pada tabel 2 hasil pengujian pada 10 warna.



Gambar 12. Hasil Pencampuran Warna

Hasil warna dari alat pencampuran cat pada PC juga dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Pencampuran Warna Pada PC

No	HASIL WARNA CAMPURAN Warna	Data warna Dasar												total Volume
		Cyan			Magenta			Yellow			Black			
		volume	Persentase	Time	volume	Persentase	Time	volume	Persentase	Time	volume	Persentase	Time	
		(mℓ)	%	ms	(mℓ)	%	ms	(mℓ)	%	ms	(mℓ)	%	ms	
1		133	33%	5400	0	0%	0	267	67%	10800	0	0%	0	400
2		0	0%	0	126	32%	5104	266	66%	10763	8	2%	332,9	400
3		36	9%	1454	0	0%	0	154	38%	6231	210	53%	8515	400
4		50	13%	2025	150	38%	6075	0	0%	0	200	50%	8100	400
5		0	0%	0	112	28%	4521	186	47%	7535	102	26%	4144	400
6		0	0%	0	148	37%	5990	218	55%	8849	34	8%	1361	400
7		0	0%	0	200	50%	8100	44	11%	1772	156	39%	6328	400
8		187	47%	7567	0	0%	0	145	36%	5862	68	17%	2771	400
9		61	15%	2475	0	0%	0	83	21%	3375	256	64%	10350	400
10		267	67%	10800	0	0%	0	25	6%	1013	108	27%	4388	400

Salah satu contoh yaitu pada warna nomor 1 pada tabel diatas, setelah memilih warna tersebut diproses lalu akan keluar berapa nilai yang akan dikeluarkan setiap warna dasar, seperti yang terlihat pada tabel 2 untuk contoh warna nomor 1, warna cyan mengeluarkan 33% dari total volume akhir yaitu 400 ml, berarti nilai *cyan* adalah 133 ml yang akan keluar menuju wadah akhir dengan total waktu 5400 ms, begitu juga proses untuk setiap warna dasar *magenta*, *yellow*, dan *black* seperti tabel 2.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa Dari hasil pembuatan tugas akhir Perancangan sistem pencampuran cat berbasis mikrokontroler, maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa setelah dilakukannya pengujian sebanyak tiga kali dari beberapa warna, maka hasil warna yang didapat tidak berbeda/ mendekati.

Tugas akhir ini menggunakan Mikrokontroler ATmega328, yang mana berfungsi sebagai otak dari pengendalian keseluruhan alat dan *software* dalam rancangan sistem pencampur cat mampu melakukan pencampuran cat sesuai dengan nilai set point dengan pemberian delay pada buka/tutup katup didapatkan volume yang sesuai dengan yang ditentukan serta mampu mencampur warna cat sesuai yang dikehendaki.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alda, S. D. "Sistem Informasi Penjualan Online Berbasis website" *Web Based Information System of Online Sales (e-commerce)* (case study: PT Nipsea Paint And Chemicals), 2019.
- [2] Ronald. "Pembuatan Prototype Alat Pencampur Cat Berbasis MCS-51. 2", 2012.
- [3] Evana, Y. "Sistem Pencampuran Cat Menggunakan Mikrokontroller", 2018.
- [4] Prameswary, D. A. "Rancang Bangun Alat Pencampur Cat Tembok Otomatis Berbasis PC", 2016.
- [5] Saludin, M. "Prinsip Kerja LCD dan Pembuatannya (Liquid Crystals Display)." Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- [6] Priskila, E. "Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Kapasitas 20kg Berbasis Mikrokontroler ATmega8535", 2017.
- [7] Andrianto, H., & Darmawan, A. "Arduino Belajar Cepat dan Pemograman", 2016.
- [8] Dharmawan, H. A. "Mikrokontroler." *Konsep Dasar dan Praktis*. Malang, 2017.
- [9] Antonius, R.." Algoritma dan Pemograman Dengan Bahasa C." Yogyakarta, 2012.
- [10] Meilani. " Penerapan Lingkaran Warna Berbusana." Jakarta. Binus University, 2013.
- [11] Thomas, S. *Elektronika Dasar*. Jakarta: Erlangga, 2012.
- [12] Sujarwata. "Pengendali Motor Servo Berbasis Basic Stamp 2SX Untuk Mengembangkan Sistem Robotika. Semarang." Universitas Negeri Semarang, 2013.
- [13] Sugiyanto. "Pembuatan Sistem Pengaturan Putaran Motor Dc Menggunakan Kontrol PID", 2012.
- [14] Tahir, A. "Otomatisasi Pengisian Tangki Air dengan Visualisasi Menggunakan Pemograman Visual Basic". *Jurnal Ilmiah Media Processor* Vol. 10 No.1, 330-338, 2015.
- [15] Ayu, I. P. "Rancang bangun Alat Pencampur Cat Tembok Otomatis Berbasis Personal Computer (PC)", 2016.