

DESAIN DAN PENERAPAN SISTEM OPERASI WAKTU NYATA UNTUK SISTEM TERTANAM BIOMEDIS BERBASIS PENJADWALAN

Muhammad Ghevido
Teknik Komputer
*) ghevido@gmail.com

Abstrak

Real time operating system adalah sebuah sistem operasi yang dapat digunakan untuk *embedded system* agar dapat mengolah *task* yang diberikan kepada sistem dengan teratur sesuai dengan urutan *task* serta waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan *task* tersebut. *Embedded system* itu sendiri adalah sebuah sistem yang dirancang khusus untuk melaksanakan tujuan tertentu untuk meningkatkan fungsi sistem tersebut. Pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah *real time operating system* berbasis penjadwalan dengan tipe *soft real-time system* untuk mengoperasikan sebuah *embedded system* biomedis berupa elektrokardiogram. *Real time operating system* berfungsi untuk menerima *task* yang diberikan kepada sistem dan memperurutkan *task* tersebut sesuai dengan prioritas yang diberikan kepada *task* tersebut. *Task* yang diberikan kepada *real time operating system* adalah melakukan pengecekan terhadap elektroda yang digunakan sebagai sensor untuk pembacaan tegangan listrik pada jantung, membaca tegangan listrik pada jantung, dan menampilkan tegangan listrik tersebut melalui Graphical LCD 128x64.

Kata Kunci: real time operating system, embedded system dan elektrokardiogram (EKG)

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang teknik elektro saat ini telah mengalami pertumbuhan yang sangat pesat (Subandi, 2016). Diantaranya penerapan sistem *microcontroller* pada berbagai bidang seperti otomotif, *robotic*, peralatan rumah tangga, serta peralatan medis yang membutuhkan kinerja yang baik (Amarudin et al., 2020), (Kholidi dkk., 2015). Sebuah sistem yang bertujuan untuk melakukan tugas tertentu disebut sebagai *embedded system* (Widodo et al., 2020). *Embedded system* membutuhkan sebuah *controller* yang dapat mengeksekusi tugas yang diberikan dengan cepat dan tepat (Rikendry & Navigasi, 2007). Oleh karena itu, diperlukan sebuah *microcontroller* untuk mengeksekusi tugas dengan baik (Selamet Samsugi & Wajiran, 2020).

Embedded system membutuhkan sebuah sistem operasi untuk mengatur masukan serta keluaran dalam sistem tersebut (S Samsugi et al., 2021). Selain untuk mengatur masukan serta keluaran sistem, sistem operasi juga diperlukan untuk menjamin waktu eksekusi dari masing-masing tugas (Susanto, n.d.), (Yurnama & Azman, 2009). *Real-Time Operating System* (RTOS) adalah sebuah sistem operasi yang tepat untuk digunakan pada sebuah *embedded system* (Wantoro et al., 2021), (Rahmanto et al., 2020). RTOS adalah suatu program yang bertugas untuk menjadwalkan pekerjaan dengan sangat teratur, dan juga mengatur semua input dan output dari sistem dengan baik (D. E. Kurniawan et al., 2019), (Zanofa et al., 2020). Hal inilah yang menjadi alasan bahwa RTOS adalah sistem operasi yang baik untuk digunakan pada sebuah *embedded system* (Pindrayana et al., 2018).

Pada percobaan ini, dilakukan sebuah desain dan implementasi serta pengujian terhadap RTOS sederhana berbasis penjadwalan pada sistem biomedis berupa elektrokardiograf (Borman et al., 2018), (Imani & Ghassemian, 2019). *Embedded system* yang dirancang menggunakan sebuah sistem minimum dengan *microcontroller* ATMEGA32A, serta memiliki beberapa *device*. Yang pertama adalah *Single Lead Heart Rate Monitor* AD8232 sebagai modul yang berfungsi untuk mengukur aktifitas kelistrikan jantung (Yulianti et al., 2021), (Ahdan et al., 2019). Kemudian sebuah *Graphical LCD* 128x64 ST7920 yang berfungsi untuk menampilkan keluaran dari sistem. RTOS yang digunakan pada sistem ini berfungsi untuk menjadwalkan semua *task* yang akan dieksekusi berdasarkan prioritas dari masing masing *task* tersebut (Selamet Samsugi et al., 2018), (Budioko, 2016).

KAJIAN PUSTAKA

Real Time Operating System

Real-time operating system (RTOS) adalah sebuah sistem operasi yang dibangun untuk dapat digunakan pada sebuah *embedded system* yang dapat mengerjakan beberapa *task* dalam waktu bersamaan serta memiliki ketepatan waktu yang sangat baik (Jayadi et al., 2021), (S Samsugi & Silaban, 2018a). RTOS mengeksekusi program-program dalam sebuah pola yang teratur (Rumalutur & Ohoiwutun, 2018). RTOS dijalankan oleh program otomatis yang disebut dengan *kerne* (Setiawan et al., 2021)l. Pada saat sistem operasi dinyalakan, maka *kernel* akan menyala terlebih dahulu kemudian *kernel* tersebut akan menyalakan *Real time operating system* (S Samsugi & Silaban, 2018b), (Nurdiansyah et al., 2020).

Elektrokardiograf

Elektrokardiograf adalah alat yang digunakan untuk membaca sinyal yang dihasilkan dari aktifitas kelistrikan otot jantung (S Samsugi, 2017). Sewaktu impuls jantung melewati jantung, arus listrik akan menyebar kedalam jaringan disekeliling jantung dan sebagian kecil dari arus tersebut akan menyebar ke permukaan tubuh (Selamet Samsugi, Yusuf, et al., 2020), (Isnain et al., 2021). Bila pada permukaan tubuh diletakkan elektroda-elektroda maka potensial listrik yang muncul bisa direkam (Dita et al., 2021). Rekaman tersebut disebut dengan elektrokardiogram atau lebih dikenal dengan sinyal EKG (Selamet Samsugi et al., 2021). EKG adalah grafik hasil catatan potensial listrik yang dihasilkan oleh denyut jantung (Hafidhin et al., 2020).

Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah *chip* atau IC (*Integrated Circuit*) yang memiliki fungsi sebagai pengontrol sebuah rangkaian elektronik yang bisa menyimpan program di dalamnya (Kristiawan et al., 2021), (Riski et al., 2021). Mikrokontroler merupakan sistem mikroprosesor yang sudah lengkap di dalam satu chip (Yuliana et al., 2021). Sebuah mikrokontroler biasanya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, *input/output* dan unit pendukung seperti ADC (*Analog to Digital Converter*) (Pratama et al., 2021), (Pratama Zanofa & Fahrizal, 2021). Kelebihan dari sebuah miktrokontroler adalah memiliki kelengkapan dari semua sistem mikroprosesor yang dibuat seringkask mungkin di dalam satu *chip* (Anantama et al., 2020).

Heart Rate Monitor AD8232

AD8232 adalah sebuah rangkaian elektronika yang sudah tersusun secara baik untuk dapat digunakan secara langsung dalam mengukur aktivitas kelistrikan jantung (S Samsugi & Burlian, 2019). Aktivitas kelistrikan jantung atau elektrokardiogram digunakan sebagai alat untuk membantu dalam hal mendiagnosis berbagai kondisi jantung (Suaidah, 2021), (Puspaningrum et al., 2020). Rangkaian AD8232 berisi beberapa rangkaian penguat diferensial untuk menguatkan tegangan dari sekitar jantung (Rahmanto et al., 2021). Untuk dapat membaca tegangan listrik yang dihasilkan oleh jantung maka diperlukan beberapa elektroda untuk menangkap sinyal listrik tersebut (Ahmad et al., 2022), (Selamet Samsugi, Mardiyansyah, et al., 2020).

LCD Graphic 128x64

Liquid Crystal Display (LCD) graphic adalah suatu modul yang berfungsi sebagai alat untuk menampilkan gambar yang memiliki resolusi 128 kolom dan 64 baris (S Samsugi et al., 2018). LCD ini memiliki warna dasar biru dan karakter berwarna putih dengan menggunakan *backlight* (Surahman et al., 2021). LCD ini menggunakan IC berupa ST7920 dengan *supply* tegangan yang dibutuhkan sebesar 5 volt DC (Ratnasari et al., n.d.), (Hayatunnufus & Alita, 2020). Selain dapat menghasilkan karakter dan gambar, LCD ini juga dapat digunakan untuk menghasilkan gambar grafik (S Samsugi & Suwanto, 2018), (F. Kurniawan & Surahman, 2021).

METODE

Desain Sistem



Gambar 1 Rancangan Umum Sistem

Dalam sistem ini *input* adalah nilai tegangan listrik yang ditangkap oleh elektroda di sekitar jantung. *Process* adalah tahap untuk menguatkan sinyal listrik yang sudah ditangkap oleh elektroda agar tegangannya dapat terbaca dengan baik oleh mikrokontroler. *Output* adalah proses untuk menampilkan sinyal listrik dari jantung yang sudah dikuatkan oleh penguat diferensial.



Gambar 2 Diagram Blok Sistem

Secara umum sistem dibagi menjadi beberapa bagian seperti pada gambar 2, antara lain *input*, AD8232, *Real-time operating system*, dan *output*. Sistem ini merupakan sistem pembaca sinyal listrik yang berasal dari jantung. Sumber daya yang digunakan pada sistem ini adalah sebuah baterai 9 VDC yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan daya dari ATmega 32A. ATmega 32A akan digunakan sebagai sistem minimum untuk mengolah data. Elektroda berfungsi sebagai alat pembaca sinyal listrik. Pada saat jantung berkontraksi, jantung akan menyebarkan arus listrik disekitar jantung. Sebagian dari arus

litrik tersebut akan menyebar ke permukaan kulit disekitar jantung. Namun arus listrik yang tersebar di permukaan kulit tersebut sangat kecil. arus listrik. Oleh karena itu diperlukan sebuah penguat differensial untuk menguatkan arus tersebut. Pada alat ini digunakan sebuah modul AD8232 sebagai penguat diferensial. Penguat diferensial diperlukan untuk dapat membedakan sinyal listrik yang asli dengan *noise* yang akan dibaca oleh elektroda dan juga berfungsi untuk menguatkan tegangan yang dibaca oleh elektroda. Setelah arus listrik dari elektroda dikuatkan, arus tersebut akan diteruskan ke *Real Time Operating System* untuk diolah.

Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 3 Flowchart Sistem Elektrokardiogram

Pada sistem ini *real-time operating system* yang dibuat merupakan sebuah *real-time operating system* berbasis penjadwalan. Pada RTOS jenis ini *task* dijalankan berdasarkan prioritas dari *task* tersebut.

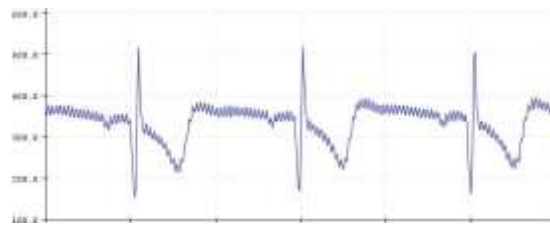


Gambar 4 Flowchart Real-time Operating System

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Modul AD 8232

Modul AD8232 dirancang untuk dapat menangkap sinyal biopotensial, memperkuat sinyal biopotensial tersebut, serta menyaring sinyal biopotensial tersebut dari berbagai *noise*. Tujuan pengujian ini adalah untuk melihat seberapa baik sensor ini untuk diaplikasikan dengan RTOS untuk menjadi elektrokardiogram.



Gambar 5 Pengujian 1 AD8232 Subjek 1



Gambar 6 Pengujian 2 AD8232 Subjek 1



Gambar 7 Pengujian 3 AD8232 Subjek 1



Gambar 8 Pengujian 4 AD8232 Subjek 1



Gambar 9 Pengujian 5 AD8232 Subjek 1

Tabel 1 Data Hasil Sadapan AD8232 Subjek 1

Data ke-	Nilai	Data ke-	Nilai	Data ke-	Nilai	Data ke-	Nilai	Data ke-	Nilai	Data ke-	Nilai	Data ke-	Nilai
1	272	31	349	61	324	91	375	121	386	151	308	191	345
2	259	32	337	62	318	92	375	122	379	152	334	192	325
3	265	33	345	63	329	93	367	123	385	153	347	193	340
4	259	34	354	64	316	94	369	124	365	154	365	194	299
5	259	35	338	65	319	95	364	125	320	155	358	195	243
6	268	36	345	66	306	96	377	126	234	156	381	196	193
7	269	37	331	67	318	97	368	127	402	157	362	197	398
8	279	38	339	68	297	98	386	128	542	158	371	198	476
9	304	39	335	69	306	99	369	129	431	159	360	199	353
10	308	40	349	70	289	100	385	130	350	160	374	200	296
11	330	41	326	71	302	101	367	131	368	161	351		
12	338	42	328	72	273	102	390	132	347	162	366		
13	359	43	312	73	278	103	372	133	359	163	343		
14	348	44	331	74	254	104	376	134	333	164	354		
15	363	45	328	75	263	105	380	135	345	165	334		
16	346	46	355	76	253	106	393	136	327	166	346		
17	358	47	331	77	275	107	372	137	332	167	338		
18	337	48	348	78	270	108	389	138	327	168	350		
19	353	49	329	79	291	109	373	139	323	169	338		
20	337	50	349	80	296	110	392	140	312	170	345		
21	353	51	328	81	335	111	369	141	315	171	332		
22	332	52	357	82	335	112	379	142	294	172	344		
23	345	53	328	83	360	113	361	143	291	173	338		
24	330	54	283	84	362	114	366	144	278	174	341		
25	351	55	220	85	376	115	372	145	278	175	339		
26	332	56	362	86	379	116	377	146	267	176	333		
27	352	57	500	87	379	117	377	147	271	177	340		
28	340	58	393	88	370	118	381	148	275	178	336		
29	337	59	330	89	373	119	386	149	269	179	339		
30	346	60	337	90	372	120	380	150	297	180	327		

Tabel adalah data hasil pembacaan sinyal listrik jantung yang dilakukan oleh modul AD8232. Akan dianalisis untuk gelombang R dari elektrokardiogram atau grafik dengan amplitudo tertinggi di setiap siklus grafik elektrokardiogram. Data diatas diambil berdasarkan nilai tegangan listrik yang dibaca oleh mikrokontroler setiap 10 *miliseconds* dan *sample* data diambil dari 200 data pertama. Terdapat 4 buah data dengan amplitudo tertinggi atau puncak gelombang R yaitu pada data ke-57 dengan amplitudo 500, data ke-128 dengan amplitudo 542, data ke-198 dengan amplitudo 198.dapat dilihat bahwa grafik gelombang R pada elektrokardiogram tidak menampilkan hasil yang akurat dan stabil serta terdapat banyak *ripple* pada seluruh gelombang PQRST. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan modul AD8232 tidak menampilkan hasil yang akurat dan stabil, diantaranya adalah ketepatan dalam menentukan titik dari ketiga *lead* yang akan dipasang di sekitar jantung, rangkaian penguat pada modul AD8232 belum akurat dan berbagai faktor lainnya. Hal ini menyebabkan modul AD8232 tidak dapat dijadikan menjadi acuan satu-satunya dalam mengambil data aktivitas kelistrikan jantung.

Hasil Pengujian Reliability dan Performance RTOS

Real-time operating system harus bisa memiliki ketahanan dan kestabilan yang baik serta dapat melakukan tugasnya sesuai dengan tujuan dari RTOS tersebut. Pada tugas akhir ini, RTOS yang akan dirancang adalah RTOS dengan tipe *soft real-time system*. RTOS dengan tipe ini harus dapat mengeksekusi *task* secara teratur berdasarkan prioritas dari masing masing *task* tersebut. Parameter pengujian *reliability* dari RTOS ini adalah kemampuan RTOS dapat konsisten dalam menjadwalkan *task* berdasarkan prioritas masing masing *task*. Parameter pengujian *performance* dari RTOS ini adalah kemampuan RTOS dalam menjadwalkan *task* sesuai dengan prioritas ketika prioritas dari masing masing *task* tersebut diganti. berikut adalah 5 *task* yang harus di jadwalkan oleh RTOS:

1. *Task* 1: PORTB = 0b00000000;
2. *Task* 2: PORTB = 0b00000011;
3. *Task* 3: PORTB = 0b00001111;
4. *Task* 4: PORTB = 0b00111111;
5. *Task* 5: PORTB = 0b11111111;

Pengujian 1

Berikut adalah prioritas dari masing masing *task*:

Tabel 2 Data Hasil Pengujian 1

Jadwal ke-	Nama <i>task</i>	Jadwal ke-	Nama <i>task</i>	Jadwal ke-	Nama <i>task</i>
1	<i>task1</i>	11	<i>task1</i>	21	<i>task1</i>
2	<i>task2</i>	12	<i>task2</i>	22	<i>task2</i>
3	<i>task3</i>	13	<i>task3</i>	23	<i>task3</i>
4	<i>task4</i>	14	<i>task4</i>	24	<i>task4</i>
5	<i>task5</i>	15	<i>task5</i>	25	<i>task5</i>
6	<i>task1</i>	16	<i>task1</i>	26	<i>task1</i>
7	<i>task2</i>	17	<i>task2</i>	27	<i>task2</i>
8	<i>task3</i>	18	<i>task3</i>	28	<i>task3</i>
9	<i>task4</i>	19	<i>task4</i>	29	<i>task4</i>
10	<i>task5</i>	20	<i>task5</i>	30	<i>task5</i>

Pengujian 2

Berikut ini adalah prioritas dari masing masing *task*:

Tabel 3 Data Hasil Pengujian 2

Jadwal ke-	Nama <i>task</i>	Jadwal ke-	Nama <i>task</i>	Jadwal ke-	Nama <i>task</i>
1	<i>task5</i>	11	<i>task5</i>	21	<i>task5</i>
2	<i>task4</i>	12	<i>task4</i>	22	<i>task4</i>
3	<i>task3</i>	13	<i>task3</i>	23	<i>task3</i>
4	<i>task2</i>	14	<i>task2</i>	24	<i>task2</i>
5	<i>task1</i>	15	<i>task1</i>	25	<i>task1</i>
6	<i>task5</i>	16	<i>task5</i>	26	<i>task5</i>
7	<i>task4</i>	17	<i>task4</i>	27	<i>task4</i>
8	<i>task3</i>	18	<i>task3</i>	28	<i>task3</i>
9	<i>task2</i>	19	<i>task2</i>	29	<i>task2</i>
10	<i>task1</i>	20	<i>task1</i>	30	<i>task1</i>

Pengujian 3

Berikut ini adalah prioritas dari masing masing *task*:

Tabel 4 Data Hasil Pengujian 3

Jadwal ke-	Nama <i>task</i>	Jadwal ke-	Nama <i>task</i>	Jadwal ke-	Nama <i>task</i>
1	<i>task1</i>	11	<i>task1</i>	21	<i>task1</i>
2	<i>task5</i>	12	<i>task5</i>	22	<i>task5</i>
3	<i>task2</i>	13	<i>task2</i>	23	<i>task2</i>
4	<i>task4</i>	14	<i>task4</i>	24	<i>task4</i>
5	<i>task3</i>	15	<i>task3</i>	25	<i>task3</i>
6	<i>task1</i>	16	<i>task1</i>	26	<i>task1</i>
7	<i>task5</i>	17	<i>task5</i>	27	<i>task5</i>
8	<i>task2</i>	18	<i>task2</i>	28	<i>task2</i>
9	<i>task4</i>	19	<i>task4</i>	29	<i>task4</i>
10	<i>task3</i>	20	<i>task3</i>	30	<i>task3</i>

Dari hasil pengujian keseluruhan, hasil yang didapat adalah RTOS dapat menjadwalkan *task* sesuai dengan prioritas yang diberikan kepada masing-masing *task*. Sehingga tidak ada *task* yang terlewat untuk di eksekusi.

Kecepatan RTOS

Tabel 5 Data Hasil Pengujian Predictability RTOS

No	<i>frame</i> ke-	Nilai ADC	No	<i>frame</i> ke-	Nilai ADC	No	<i>frame</i> ke-	Nilai ADC
1	425	431	11	465	269	21	505	356
2	429	349	12	469	348	22	509	353
3	433	326	13	473	350	23	514	356
4	437	342	14	478	354	24	518	409
5	441	333	15	481	320	25	522	242
6	445	304	16	485	272	26	526	351
7	449	211	17	489	361	27	530	359
8	453	328	18	493	353	28	534	364
9	457	321	19	497	307	29	538	316
10	461	298	20	501	303	30	542	282

Data diatas merupakan hasil rekaman 30 data pertama yang ditampilkan oleh LCD pada elektrokardiograf. Dengan kemampuan kamera yang dapat merekam secepat 30 FPS. Maka akan didapatkan jarak waktu antar *frame* adalah 33.33 *miliseconds*. Dari hasil pengujian dapat diketahui jarak *frame* antar data adalah 4 . Jika dikonversi kedalam satuan waktu maka jarak antar data atau *time sampling* elektrokardiograf adalah 133.33 *miliseconds*. Di program RTOS yang dibuat, sudah ditentukan bahwa *time sampling* data adalah 100 *miliseconds*. Dari data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa RTOS mengalami keterlambatan selama 33.33 *miliseconds* dalam mengeksekusi *task*. Artinya pengujian *predictability* dari RTOS tidak terlalu baik karena terdapat keterlambatan dalam mengeksekusi *task*.

Analisis Hasil Data Terhadap Keberhasilan RTOS

Real time operating system yang dirancang pada tugas akhir ini adalah sebuah RTOS berbasis penjadwalan dengan tipe *soft real-time system*. Parameter keberhasilan dari RTOS dengan tipe ini adalah kemampuan RTOS itu dalam menjadwalkan beberapa *task* sesuai dengan prioritasnya dan tidak ada *task* yang terlewat untuk dieksekusi.

Keterlambatan pada saat mengeksekusi *task* pada RTOS dengan tipe ini bukan merupakan sebuah masalah yang mengakibatkan kegagalan sistem. Akan tetapi keterlambatan pada saat mengeksekusi *task* berpengaruh terhadap performa dari sistem. Dari data keseluruhan yang sudah diambil dapat diambil kesimpulan bahwa RTOS sudah dapat menjadwalkan semua *task* yang dimasukkan dengan benar dan tidak ada *task* yang terlewat. Namun RTOS yang dirancang memiliki keterlambatan waktu sebesar 33.33 *miliseconds*. Akan tetapi keterlambatan waktu eksekusi *task* tersebut tidak menyebabkan kegagalan pada sistem ini. Dan dapat diambil kesimpulan bahwa RTOS yang dirancang sudah memenuhi parameter keberhasilan dari *real-time operating system* berbasis penjadwalan dengan tipe *soft real-time system*.

SIMPULAN

Setelah membuat perancangan *real-time operating system* berbasis penjadwalan untuk elektrokardiograf serta dan melakukan pengujian serta analisis, maka ditarik kesimpulan bahwa, *real-time operating system* berbasis penjadwalan dan bertipe *soft real-time system* sangat cocok digunakan sebagai sistem operasi untuk *embedded system* yang memiliki *task* dengan *delay* yang sangat kecil. RTOS berbasis penjadwalan dapat mengeksekusi *task* dengan teratur dan sesuai dengan prioritas yang diberika kepada masing-masing *task* tanpa ada yang terlewat. Waktu ekeskusi *task* pada RTOS mengalami perlambatan pada setiap *task* selama kurang lebih 33.33 *miliseconds*. Perlambatan ini disebabkan oleh beberapa sebab seperti pengisian karakter pada LCD, pembacaan nilai ADC jantung dan lain-lain. Untuk mendapatkan grafik elektrokardiogram yang lebih baik dan bisa dijadikan acuan untuk mendeteksi kondisi jantung manusia harus menggunakan sebuah penguat diferensial yang lebih akurat serta pengambilandata dilakukan lebih dari 1 buah *lead*.

REFERENSI

- Ahdan, S., Susanto, E. R., & Syambas, N. R. (2019). Proposed Design and Modeling of Smart Energy Dashboard System by Implementing IoT (Internet of Things) Based on Mobile Devices. *2019 IEEE 13th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA)*, 194–199.
- Ahmad, I., Samsugi, S., & Irawan, Y. (2022). Penerapan Augmented Reality Pada Anatomi Tubuh Manusia Untuk Mendukung Pembelajaran Titik Titik Bekam Pengobatan Alternatif. *Jurnal Teknoinfo*, 16(1), 46. <https://doi.org/10.33365/jti.v16i1.1521>
- Amarudin, A., Saputra, D. A., & Rubiyah, R. (2020). Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, 1(1), 7–13.
- Anantama, A., Apriyantina, A., Samsugi, S., & Rossi, F. (2020). Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 29–34.
- Borman, R. I., Syahputra, K., Jupriyadi, J., & Prasetyawan, P. (2018). Implementasi Internet Of Things pada Aplikasi Monitoring Kereta Api dengan Geolocation Information System. *Seminar Nasional Teknik Elektro, 2018*, 322–327.
- Budioko, T. (2016). Sistem monitoring suhu jarak jauh berbasis internet of things menggunakan protokol mqtt. *Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi*, 1(30 July), 353–358.

- Dita, P. E. S., Al Fahrezi, A., Prasetyawan, P., & Amarudin, A. (2021). Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 121–135.
- Hafidhin, M. I., Saputra, A., Ramanto, Y., & Samsugi, S. (2020). Alat Penjemuran Ikan Asin Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 26–33.
- Hayatunnufus, H., & Alita, D. (2020). SISTEM CERDAS PEMBERI PAKAN IKAN SECARA OTOMATIS. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 11–16.
- Imani, M., & Ghassemian, H. (2019). Electrical Load Forecasting Using Customers Clustering and Smart Meters in Internet of Things. *9th International Symposium on Telecommunication: With Emphasis on Information and Communication Technology, IST 2018*, 113–117. <https://doi.org/10.1109/ISTEL.2018.8661071>
- Isnain, A. R., Sintaro, S., & Ariany, F. (2021). Penerapan Auto Pump Hand Sanitizer Berbasis Iot. 2(2), 63–71.
- Jayadi, A., Susanto, T., & Adhinata, F. D. (2021). Sistem Kendali Proporsional pada Robot Penghindar Halangan (Avoider) Pioneer P3-DX. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(1), 47. <https://doi.org/10.24843/mite.2021.v20i01.p05>
- Kholidi dkk. (2015). Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan dan Pengatur Suhu Otomatis untuk Ayam Pedaging Berbasis Programmable Logic Controller pada Kandang Tertutup. *Rekayasa Dan Teknologi Elektro Rancang*, 86–95.
- Kristiawan, N., Ghafaral, B., Borman, R. I., & Samsugi, S. (2021). Pemberi Pakan dan Minuman Otomatis Pada Ternak Ayam Menggunakan SMS. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 93–105.
- Kurniawan, D. E., Iqbal, M., Friadi, J., Borman, R. I., & Rinaldi, R. (2019). Smart Monitoring Temperature and Humidity of the Room Server Using Raspberry Pi and Whatsapp Notifications. *Journal of Physics: Conference Series*, 1351(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012006>
- Kurniawan, F., & Surahman, A. (2021). SISTEM KEAMANAN PADA PERLINTASAN KERETA API MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 7–12.
- Nurdiansyah, M., Sinurat, E. C., Bakri, M., & Ahmad, I. (2020). Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 7–12.
- Pindrayana, K., Borman, R. I., Prasetyo, B., & Samsugi, S. (2018). Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2).
- Pratama, M. A., Sidhiq, A. F., Rahmanto, Y., & Surahman, A. (2021). Perancangan Sistem Kendali Alat Elektronik Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 80–92.
- Pratama Zanofa, A., & Fahrizal, M. (2021). Penerapan Bluetooth Untuk Gerbang Otomatis. *Portaldata.Org*, 1(2), 1–10.

- Puspaningrum, A. S., Firdaus, F., Ahmad, I., & Anggono, H. (2020). Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor Mq-2. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 1–10.
- Rahmanto, Y., Burlian, A., & Samsugi, S. (2021). SISTEM KENDALI OTOMATIS PADA AKUAPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 1–6.
- Rahmanto, Y., Rifaini, A., Samsugi, S., & Riskiono, S. D. (2020). Sistem Monitoring pH Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 23–28.
- Ratnasari, T. D., Samsugi, S., Kom, S., & Eng, M. (n.d.). *SETUP MIKROTIK SEBAGAI GATEWAY SERVER PADA SMK PELITA GEDONGTATAAN*.
- Rikendry, & Navigasi, S. (2007). *Sistem kontrol pergerakan robot beroda pematik api. 2007(Snati)*, 1–4.
- Riski, M., Alawiyah, A., Bakri, M., & Putri, N. U. (2021). Alat Penjaga Kestabilan Suhu Pada Tumbuhan Jamur Tiram Putih Menggunakan Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 67–79.
- Rumalutur, S., & Ohoiwutun, J. (2018). Sistem Kendali Otomatis Panel Penerangan Luar Menggunakan Timer Theben Sul 181 H Dan Arduino Uno R3. *Electro Luceat*, 4(2), 43–51. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v4i2.143>
- Samsugi, S. (2017). Internet of Things (iot): Sistem Kendali jarak jauh berbasis Arduino dan Modul wifi Esp8266. *ReTII*.
- Samsugi, S., & Burlian, A. (2019). Sistem penjadwalan pompa air otomatis pada aquaponik menggunakan mikrokontroler Arduino UNO R3. *PROSIDING SEMNASTEK 2019*, 1(1).
- Samsugi, S., Neneng, N., & Aditama, B. (2018). *IoT: kendali dan otomatisasi si parmin (studi kasus peternak Desa Galih Lunik Lampung Selatan)*.
- Samsugi, S., Neneng, N., & Suprpto, G. N. F. (2021). Otomatisasi Pakan Kucing Berbasis Mikrokontroler Intel Galileo Dengan Interface Android. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, 5(1), 143–152.
- Samsugi, S., & Silaban, D. E. (2018a). PROTOTIPE CONTROLLING BOX PEMBERSIH WORTEL BERBASIS MIKROKONTROLER. *ReTII*.
- Samsugi, S., & Silaban, D. E. (2018b). Purwarupa Controlling Box Pembersih Wortel Dengan Mikrokontroler. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi*, 13, 1–7.
- Samsugi, S., & Suwanto, A. (2018). Pemanfaatan Peltier dan Heater Sebagai Alat Pengontrol Suhu Air Pada Bak Penetasan Telur Ikan Gurame. *Conf. Inf. Technol*, 295–299.
- Samsugi, Selamat, Ardiansyah, A., & Kastutara, D. (2018). Arduino dan Modul Wifi ESP8266 sebagai Media Kendali Jarak Jauh dengan antarmuka Berbasis Android. *Jurnal Teknoinfo*, 12(1), 23–27.
- Samsugi, Selamat, Mardiyansyah, Z., & Nurkholis, A. (2020). Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 17–22.

- Samsugi, Selamat, Nurkholis, A., Permatasari, B., Candra, A., & Prasetyo, A. B. (2021). Internet of Things Untuk Peningkatan Pengetahuan Teknologi Bagi Siswa. *Journal of Technology and Social for Community Service (JTSCS)*, 2(2), 174.
- Samsugi, Selamat, & Wajiran, W. (2020). IOT: Emergency Button Sebagai Pengaman Untuk Menghindari Perampasan Sepeda Motor. *Jurnal Teknoinfo*, 14(2), 99–105.
- Samsugi, Selamat, Yusuf, A. I., & Trisnawati, F. (2020). Sistem Pengaman Pintu Otomatis Dengan Mikrokontroler Arduino Dan Module Rf Remote. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, 1(1), 1–6.
- Setiawan, M. B., Susanto, T., & Jayadi, A. (2021). PENERAPAN SISTEM KENDALI PID PESAWAT TERBANG TANPA AWAK UNTUK KESETABILAN ROLL, PITCH DAN YAW PADA FIXED WINGS. *The 1st International Conference on Advanced Information Technology and Communication (IC-AITC)*.
- Suaidah, S. (2021). Teknologi Pengendali Perangkat Elektronik Menggunakan Sensor Suara. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 02(02). <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jtst/article/view/1341>
- Subandi. (2016). *PEMBASMI HAMA SERANGGA MENGGUNAKAN CAHAYA LAMPU BERTENAGA SOLAR CELL*. 9(1), 86–92.
- Surahman, A., Aditama, B., Bakri, M., & Rasna, R. (2021). Sistem Pakan Ayam Otomatis Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 13–20.
- Susanto, E. R. (n.d.). *Sistem Penunjang Keputusan Cerdas Spasial Pengendalian Avian Influenza H5n1 Pada Unggas Peternakan Rakyat Non Komersial: Studi Kasus Provinsi Lampung*. Bogor Agricultural University (IPB).
- Wantoro, A., Samsugi, S., & Suharyanto, M. J. (2021). Sistem Monitoring Perawatan dan Perbaikan Fasilitas PT PLN (Studi Kasus : Kota Metro Lampung). *Jurnal TEKNO KOMPAK*, 15(1), 116–130.
- Widodo, T., Irawan, B., Prastowo, A. T., & Surahman, A. (2020). Sistem Sirkulasi Air Pada Teknik Budidaya Bioflok Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 1–6.
- Yuliana, Y., Paradise, P., & Kusriani, K. (2021). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ispa Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier Berbasis Web. *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)*, 10(3), 127. <https://doi.org/10.22303/csrid.10.3.2018.127-138>
- Yulianti, T., Samsugi, S., Nugroho, P. A., & Anggono, H. (2021). Rancang Bangun Pengusir Hama Babi Menggunakan Arduino dengan Sensor Gerak. *JTST*, 2(1), 21–27.
- Yurnama, T. F., & Azman, N. (2009). Perancangan Software Aplikasi Pervasive Smart Home. *Snati, 2009(Snati)*, E2–E5.
- Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 22–27.