

PENGEMBANGAN SISTEM *INTERFACE* NAVIGASI FITUR BERBASIS ALGORITMA DIAGRAM KEADAAN UNTUK EFISIENSI JUMLAH TOMBOL PADA *EMBEDDED SYSTEM* TERINTEGRASI

Taufik Muchtar¹, Atikah Tri Budi Utami², Lutfi³, Muhammad Nawir⁴
^{1,2,3,4} Program Studi Otomasi Sistem Permesinan, Politeknik ATI Makassar
taufik@atim.ac.id¹, atikah.tribudi@atim.ac.id², lutfi@atim.ac.id³,
muhammad.nawir@atim.ac.id⁴

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah algoritma yang dapat mengefisienkan jumlah tombol pada Papan Kendali dengan jumlah navigasi parameter sistem yang cukup banyak dengan mengimplementasikan sebuah *State Diagram* (Diagram Keadaan). Jenis penelitian ini merupakan studi kasus yang diawali dengan perumusan masalah, studi kepustakaan dan penelitian eksperimental dengan mengembangkan sebuah *State Diagram* untuk tiga buah *Push Button* dengan fungsi navigasi parameter yang telah diimplementasikan pada *embedded system* terintegrasi untuk *troubleshooting* dan *saving* energi listrik. Dari hasil penelitian ini diperoleh algoritma program yang dapat mengefisienkan jumlah tombol untuk 51 kondisi fitur yang terdiri atas 33 kondisi dengan status *Read Only* (R) dan 18 kondisi dengan status *Read/Write* (RW).

Kata kunci: Antarmuka, navigasi, fitur, sistem *embedded*, diagram keadaan.

ABSTRACT

This study aims to develop an algorithm that can streamline the number of buttons on the Control Board with a large number of system parameter navigation by implementing a *State Diagram*. This type of research is a case study that begins with problem formulation, literature study and experimental research by developing a *State Diagram* for three *Push Buttons* with parameter navigation functions that have been implemented in an integrated *embedded system* for *troubleshooting* and *saving* electrical energy. From the results of this study obtained an algorithm program that can streamline the number of buttons for 51 feature conditions consisting of 33 conditions with *Read Only* (R) status and 18 conditions with *Read/Write* (RW) status.

Keywords: Interface, navigation, features, embedded system, state diagram.

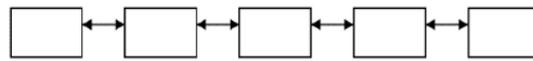
PENDAHULUAN

Kontrol Board atau Papan Kendali adalah sebuah pusat kontrol dari sebuah sistem yang telah terkomputerisasi dengan menggunakan teknologi Chip seperti Sistem Mikroprosesor, Sistem Mikrokontroler, PLC (*Programmable Logic Controller*), RTU (Remote Terminal Unit) maupun FPGA (*Field Programmable Gate Array*). Sebuah Papan Kendali yang baik adalah Papan Kendali yang telah dilengkapi dengan perangkat interface (antarmuka) yang dapat memudahkan operator untuk mengoperasikan semua fungsi dan fitur navigasi sistem. Namun semakin banyak fungsi dan fitur dari sistem tersebut maka akan menyebabkan jumlah tombol pada perangkat antarmuka tersebut juga semakin banyak sehingga rentan dengan *Human Error*. Jumlah tombol juga dapat menyebabkan jumlah *Wiring Input/Output* (I/O) semakin kompleks sehingga penelusuran error semakin sulit.

Efisiensi jumlah tombol untuk struktur navigasi sistem menjadi salah satu upaya oleh *system analyst* dalam merancang suatu sistem kontrol yang *User Friendly*. Mulai dari teknik *scanning* dengan tombol keypad untuk sistem kontrol yang sederhana, hingga penggunaan HMI Touchscreen untuk sistem kontrol yang lebih kompleks. Pemilihan metode navigasi sebaiknya memperhatikan faktor teknis seperti efisiensi jumlah tombol dan jumlah wiring I/O maupun faktor non Teknis seperti

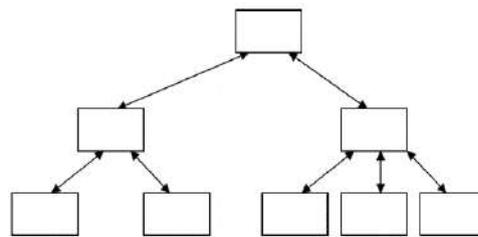
efisiensi nilai ergonomis dan nilai ekonomis. Salah satu metode yang sering ditemukan pada perangkat-perangkat elektronis seperti LCD Proyektor, *Variable Speed Drive (VSD)*, dan sejenisnya adalah dengan menyisipkan sebuah sistem operasi untuk struktur navigasi parameter ke dalam Papan kendali sehingga sebuah tombol dapat memiliki beragam fungsi tergantung dari kondisi (State) yang sedang aktif. Sebagai contoh tombol up pada LCD proyektor dapat berfungsi untuk menaikkan nilai brightness namun pada kondisi berbeda tombol tersebut dapat juga berfungsi untuk memilih parameter pengaturan LCD. Struktur navigasi merupakan struktur atau alur dari suatu program. Menentukan struktur navigasi merupakan hal yang perlu dilakukan sebelum membuat suatu aplikasi. Ada empat macam bentuk dasar dari struktur navigasi yang biasa digunakan dalam proses pembuatan aplikasi, yaitu :

- a. Linier : pemakai menelusuri program secara berurutan.



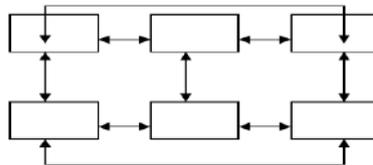
Gambar 1. Bentuk dasar dari struktur navigasi linier

- b. Hirarki : pemakai menelusuri program melalui titik-titik percabangan dari suatu struktur pohon.



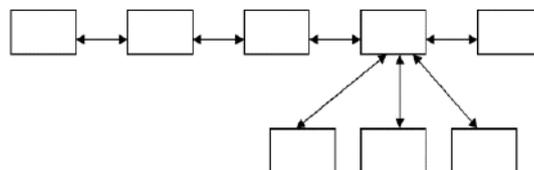
Gambar 2. Bentuk dasar dari struktur navigasi hirarki

- c. Non Linier : pemakai bebas menelusuri program tanpa dibatasi oleh suatu rute.



Gambar 3. Bentuk dasar dari struktur navigasi non linier

- d. Campuran : pemakai dapat dengan bebas menelusuri program, tetapi pada bagian tertentu gerakan dibatasi secara hirarki ataupun linier.



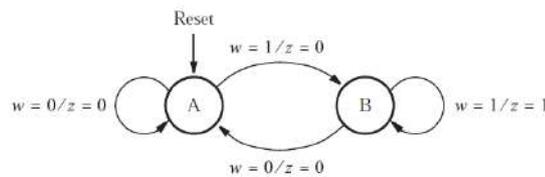
Gambar 4. Bentuk dasar dari struktur navigasi campuran

Sebuah sistem digital dapat dibagi menjadi dua bagian yakni sistem kombinatorial dan sistem sekuensial. Analisa perancangan untuk sistem kombinatorial dapat diawali dengan pembuatan tabel kebenaran sedangkan perancangan sistem sekuensial dapat diawali dengan pembuatan tabel keadaan atau dengan diagram keadaan.

Penerapan struktur navigasi campuran dan diagram keadaan pada perancangan sistem interface di papan kendali diawali dengan penentuan jumlah dan alur prosedur dari daftar fitur yang ingin diefisienkan. Salah satu penelitian terapan yang saat ini sedang dikembangkan oleh para penulis adalah penelitian yang berjudul “Embedded system terintegrasi untuk troubleshooting dan saving energi listrik”. Pada penelitian tersebut, memiliki 51 fitur yang terdiri atas fitur autorunning, kalibrasi, monitoring, dan beberapa pengaturan parameter lainnya.

Pada penelitian ini akan dibahas efisiensi jumlah tombol dengan merancang sebuah state diagram sesuai dengan jumlah keadaan pada papan kendali yang telah diimplementasikan sebelumnya pada embedded system terintegrasi untuk

troubleshooting dan saving energi listrik yang sedang dikembangkan oleh para penulis. Struktur navigasi dalam bentuk diagram keadaan yang telah dirancang tersebut di tuang ke bentuk algoritma program sehingga dapat direalisasikan Pengendali terprogram berupa mikrokontroler berbasis Arduino.



Gambar 5. Contoh perancangan diagram keadaan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Workshop dan Laboratorium Kontrol dan Otomasi Program Studi Otomasi Sistem Permesinan di politeknik ATI Makassar selama bulan April hingga Juni 2021. Jenis Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deduktif yang bersifat terapan (Applied Research) melalui eksperimen dengan pemodelan simulasi dan pembuatan prototype yang merujuk pada teori dan hipotesis terkait parameter komponen yang akan digunakan. Metode yang digunakan untuk mencapai hasil tersebut adalah rancang bangun dan uji coba atau eksperimen langsung di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian sebelumnya yakni “Embedded System Terintegrasi untuk Troubleshooting dan Saving Energi Listrik”, tentunya akan memiliki beberapa fitur seperti fitur autorunning, kalibrasi, monitoring, dan beberapa pengaturan parameter lainnya. Semakin banyak fitur maka akan semakin banyak tombol yang dibutuhkan. Oleh sebab itu untuk menghemat jumlah tombol maka dapat menerapkan sebuah Finite State Machine atau FSM dalam bentuk diagram keadaan ke dalam potongan listing program sebagai struktur navigasi parameter. Embedded System Terintegrasi untuk Troubleshooting dan Saving Energi Listrik yang telah dirancang memiliki beberapa fitur dan kondisi yang dapat dilihat pada tabel satu.

Beberapa kondisi fitur yang dijabarkan pada tabel satu, dapat dibagi menjadi empat bagian dengan penjelasan sebagai berikut :

- Kondisi reset dengan state code 000. Pada kondisi ini akan menampilkan beberapa screen intro sebagai identitas sistem.
- Kondisi memori process dengan state code 001-005 yang selanjutnya dalam program dialokasikan dalam variabel Array M[n]. variabel ini berfungsi untuk menyimpan nilai pengukuran yang telah dikalibrasi.
- Kondisi memori parameter dengan state code 200-217 dan state code 300-317 yang selanjutnya dalam program dialokasikan dalam variabel Array P[n]. variabel ini berfungsi untuk menyimpan pengaturan parameter sistem. State code 200-211 dengan status Read Only berfungsi sebagai display selektor saat tombol Up dan Down menyeleksi parameter yang akan diedit. Sedangkan state code 300-317 dengan status R/W berfungsi sebagai display edit sehingga nilai parameter dapat diubah dengan banuan tombol Up dan Down.
- Kondisi memori Direct Access dengan state code 100 dan 101-108 yang selanjutnya dalam program dialokasikan dalam variabel Array A[n]. variabel ini berfungsi untuk menampilkan nilai pengukuran langsung tanpa kalibrasi. State code 100 sebagai display selektor masuk ke mode kalibrasi sedangkan state code 101-108 berfungsi sebagai display selektor dari pengukuran sensor.

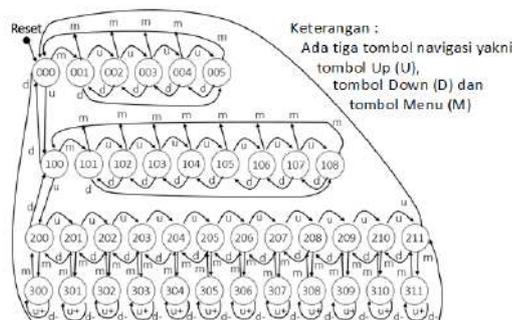
Tabel 1. Daftar fitur beserta fturnya yang ada di penelitian embedded system terintegrasi

State Code	R/W	Description
000	R	Reset / Kondisi awal stop (Screen Intro)
001	R	Kondisi awal start / display waktu (Run)
002	R	Display nilai Arus dan Tegangan Listrik (Run)
003	R	Display nilai daya aktif, daya reaktif dan daya total (Run)
004	R	Display nilai frekuensi listrik dan faktor daya (Run)
005	R	Display nilai harmonik (Run)
100	R	Display parameter pilihan kalibrasi (Stop)
101	R	Monitoring pengukuran langsung nilai Arus Listrik (A0)

102	R	Monitoring pengukuran langsung nilai tegangan listrik (A1)
103	R	Monitoring pengukuran langsung nilai daya Total (A2)
104	R	Monitoring pengukuran langsung nilai faktor daya /Cos phi(A3)
105	R	Monitoring pengukuran langsung nilai frekuensi listrik (A4)
106	R	Monitoring pengukuran langsung nilai harmonik (A5)
107	R	Monitoring pengukuran langsung nilai rtc (A6)
108	R	Belum digunakan / Kondisi cadangan (A7)
200	R	Display parameter ID Stasiun (P1)
201	R	Display parameter waktu sampling (P2)
202	R	Display parameter waktu transfer (P3)
203	R	Display nilai offset arus listrik (P4)
204	R	Display nilai offset tegangan listrik (P5)
205	R	Display nilai offset daya total (P6)
206	R	Display nilai offset frekuensi (P7)
207	R	Display nilai gain arus listrik (P8)
208	R	Display nilai gain tegangan listrik (P9)
209	R	Display nilai gain daya total (P10)
210	R	Display nilai gain frekuensi (P11)
211	R	Display status fitur Autotuning (P12)
212	R	Display Nilai batas alarm untuk kondisi arus listrik
213	R	Display Nilai batas alarm untuk kondisi tegangan listrik
214	R	Display Nilai batas alarm untuk kondisi daya total
215	R	Display Nilai batas alarm untuk kondisi factor daya / cos phi
216	R	Display Nilai batas alarm untuk kondisi frekuensi
217	R	Display Nilai batas alarm untuk kondisi harmoni
300	RW	State code 300 s/d 317 adalah kondisi sistem untuk pengaturan parameter dan kalibrasi (Offset/Gain).
...	RW	State code 300 adalah kondisi edit untuk state code 200, State code 301 adalah kondisi edit untuk state code 201, dan begitu seterusnya hingga 317
317	RW	Pada kondisi state code 300-317, nilai yang tampil dapat diedit langsung dengan penekanan tombol Up atau tombol Down.

Dari tabel satu di atas dapat dilihat bahwa ada 51 fitur yang terdiri atas empat bagian kondisi yakni kondisi reset sebanyak satu buah, kondisi memori proses sebanyak lima buah, kondisi memori parameter sebanyak 36 buah dan kondisi memori direct acces sebanyak sembilan buah. Fitur-fitur pada tabel tersebut juga terdiri atas dua status akses yakni status Read only (R) 33 buah dan status Read/Write (RW) sebanyak 18 buah. Untuk mengakses keseluruhan fitur-fitur pada tabel satu dengan jumlah tombol input seminimal mungkin, maka dibutuhkan sebuah sistem struktur navigasi interface yang sesuai dengan alur prosedur penggunaan sistem. Dari hasil pengujian dengan menggunakan empat buah tombol, tiga buah tombol dan dua buah tombol, kombinasi tiga buah tombol memiliki jumlah tombol yang lebih sedikit dari pada kombinasi empat buah tombol namun kemudahan akses fiturnya masih sederhana dan user-friendly jika dibandingkan dengan kombinasi dua buah tombol.

Adapun bentuk struktur navigasi fitur dalam bentuk diagram keadaan untuk kombinasi tiga buah tombol dapat dilihat pada gambar 6. Adapun potongan program Arduino untuk struktur navigasi dengan implementasi rancangan FSM pada gambar 7.



Gambar 6. Rancangan FSM berupa state diagram untuk efisiensi jumlah tombol

Pembahasan

Untuk menerapkan potongan listing program yang diperlihatkan pada gambar lima adalah dengan membuat satu sub program misalnya dengan nama `fn_state()` yang berisi kumpulan penyeleksian kondisi sesuai dengan kebutuhan tiap fitur. Untuk kondisi-kondisi dengan fitur yang memiliki state code 100 hingga 108, state code 200 hingga 207, dan state code 300 hingga 317, maka disarankan menggunakan array dan perintah pengulangan atau looping agar subprogram tersebut lebih sederhana. Selanjutnya subprogram `fn_statediagram()` dan subprogram `fn_state()` disisipkan ke subprogram `loop()` yang menjadi main program dalam bahasa C++ khususnya di arduino IDE.

Potongan subprogram `fn_statediagram()` yang diperlihatkan pada gambar lima bersifat umum atau general dan dapat diimplementasikan pada kasus lainnya dengan menyesuaikan nilai angka sebagai alur proses yang ada di inialisasi variabel `state_m[]` sebagai tombol menu, inialisasi variabel `state_u[]` sebagai tombol up dan inialisasi variabel `state_d[]` sebagai tombol down.

```
void fn_stateDiagram(void) {
  unsigned char e, disFx;
  int state_0[]={
    000,001,002,003,004,005,100,101,102,103,104,105,106,107,108,
    200,201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,
    300,301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311
  };
  int state_m[]={
    001,000,000,000,000,101,100,100,100,100,100,100,100,100,
    300,301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311
  };
  int state_u[]={
    100,002,003,004,005,001,200,102,103,104,105,106,107,108,101,
    201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,000,
    300,301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311
  };
  int state_d[]={
    211,005,001,002,003,004,000,108,101,102,103,104,105,106,107,
    100,200,201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,
    300,301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311
  };
  for (a=0; a<=36; a++) {
    if(state==state_0[a]) {
      if((state>=300)&&(state<=311)) { disFx=1;} else { disFx=0;}
      if (digitalRead(btn_m)==LOW) {
        while(digitalRead(btn_m)==LOW) (delay(Tbounce));
        state=state_m[a]; varBreak=1;
      } else if ((digitalRead(btn_u)==LOW) && (disFx==0)) {
        while(digitalRead(btn_u)==LOW) (delay(Tbounce));
        state=state_u[a]; varBreak=1;
      } else if ((digitalRead(btn_d)==LOW) && (disFx==0)) {
        while(digitalRead(btn_d)==LOW) (delay(Tbounce));
        state=state_d[a]; varBreak=1;
      }
    }
  }
}
```

Gambar 7. Potongan listing program untuk navigasi struktur untuk efisiensi jumlah tombol

KESIMPULAN

Sesuai dengan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem interface navigasi fitur berbasis algoritma diagram keadaan untuk efisiensi jumlah tombol pada embedded system terintegrasi telah berhasil dikembangkan dengan menggunakan tiga buah push button untuk mengakses 51 buah fitur yang ada pada kasus penelitian "Embedded system terintegrasi untuk troubleshooting dan saving energi listrik" melalui diagram keadaan yang telah dikonversi menjadi potongan program arduino.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Panitia seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) VIII 2021 yang telah membuat kegiatan Seminar Nasional & Call for Paper 2021. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Bapak Direktur, Ketua UPPM, ketua Jurusan/Prodi, para rekan dosen dan pegawai di Politeknik ATI Makassar, serta pihak yang telah memberikan kesempatan untuk berkontribusi di penelitian SPIRIT2020/2021 yakni Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Industri (BPSDMI) Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Banzi Massimo, Getting Startde with Arduino. , O'Reilly. 2008.
- [2] Brown Stephen Vranesic Zvonko, Fundamental of Digital Logic with VHDL Design, Third Edition. New York, McFraw-Hill.2009.
- [3] Kamal Raj, Embedded Systems, Architecture, Programming and Design, Second Edition. New Delhi, McGraw-Hill, 2008.
- [4] Margolis Michael, Arduino Cookbook, Second Edition. United States of America, O'Reilly Media, 2012.
- [5] Taufik Muchtar dkk, Embedded system terintegrasi untuk troubleshooting dan saving energi listrik. Makassar, Laporan kemajuan penelitian SPIRIT 2020, 2021.