JREEC
JOURNAL RENEWABLE ENERGY ELECTRONICS AND CONTROL
homepage URL : https://ejurnal.itats.ac.id/jreec

Rancang Bangun Sistem Kendali Ayunan Pada Keranjang Bayi Menggunakan PID

Vanya Nikrino Idris[1], Surya Adi Setyawan[2]
[1,2] Jurusan Teknik Elektro, *Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal JREEC – Volume 01
Nomer 01, Mei 2021

Halaman : 52 - 62

Tanggal Terbit :
31 Mei 2021

EMAIL

huseinbrooke@gmail.com

PENERBIT

Jurusan Teknik Elektro-ITATS

Alamat:

Jl. Arief Rachman Hakim No.100,Surabaya 60117, Telp/Fax: 031-5997244

ABSTRACT

Swing belongs to a device which can create convenience to a baby. This research designed a swing controlled by PID system through gain scheduling method which was employed to regulate the speed of swing motor and it had been equipped with load cell sensor for reading the baby's weight. The result of sensor reading of load cell was then sent to microcontroller supported by HX711 signal conditioning. The microcontroller in this research served for processing input set point and output containing PID control algorithm. PID output consisted of PWM values connected to the driver of DC motor. The swing would move when it read baby's weight and would stop when the baby's weight exceeded the limit. This sort of swing utilized load cell sensor and rotary encoder.After carrying out 10 trials, the load cell sensor could detect the baby's weights of 1 kg, 1.5 kg, 2 kg, 2.5 kg, 3 kg, 4 kg, and 5 kg and the microcontroller could run the instruction to move motor that had been previously ordered around 50-55 RPM. Overall, the success gained 97.5% and the time required for swinging the baby box was averagely 40 seconds.

Keywords: *Convenience, Baby, Swing, Motor, Load cell, PID*

ABSTRAK

Ayunan merupakan salah satu alat untuk membuat nyaman bayi. Pada penelitian ini ayunan menggunakan kendali PID dengan metode *gain scheduling*. Sistem PID digunakan untuk mengatur kecepatan motor ayunan. Sistem telahdilengkapi dengan sensor *load cell* untuk membacaberat bayi. Hasil pembacaan sensor *load cell* dikirim ke mikrokontroller dengan bantuan pengkondisian sinyal HX711. Mikrokontroler pada penelitian ini sebagai pengolahan input *setpoint* dan output yang berisi algoritma kontrol PID. Keluaran PID berupa nilai PWM yang dihubungkan ke driver motor DC. Ayunan bergerak pada saat membaca berat bayi dan berhenti pada saat beratnya bernilai dibawah ambang batas. Pada ayunan ini sensor yang akan digunakan yaitu sensor *load cell* dan *rotary encorder*.Hasil pengujian yang didapat setelah 10 kali pengujian adalah ketika berat bayi antara 1 kg, 1,5 kg, 2 kg, 2,5 kg, 3 kg, 4 kg, dan 5 kg terdeteksi oleh sensor *load cell*, mikrokontroler menjalankan perintah untuk menggerakan motor yang telah diatur atur sebelumnya menunjukan RPM yang didapat sekitar 50 - 55 RPM. Presentase keberhasilan keseluruhan adalah 97,5% serta lama pengayunan *box* bayi rata-rata 40 detik.

Kata Kunci: Kenyamanan, Bayi, Ayunan, Motor, *Load cell*, PID.

PENDAHULUAN

Salah satu yang dibutuhkan setiap bayi adalah kenyamanan. Saat bayi dalam kandungan, bayi menyesuaikan diri, merasa hangat dan dapat bergerak di ruang sempit dengan demikian bayi merasa nyaman. Hal ini akan terasa berbeda ketika bayi sudah lahir. Bayi akan akan beradaptasi kembali dengan kondisi diluar kandungan. Salah satu sikap bayi yang terjadi ketika merasa tidak

nyaman adalah menangis atau rewel. Pada umumnya jika bayi menangis atau rewel sang ibu akan menggendongnya. Menggendong bisa menjadi cara orangtua untuk membuat bayi merasa nyaman dan aman[1]. Bagi bayi sangat alami untuk minta digendong, karena selama dikandungan ia berada di bungkusan hangat dimana selalu terayun oleh setiap gerakan sang ibu pada saat beraktifitas. Maka tidak heran ketika ditimang atau digendong bayi akan terdiam disaat sedang menangis atau rewel. Karena bayi memang merasa lebih nyaman didalam lingkungan yang mirip seperti dalam kandungan. Selain itu yang membuat bayi rewel dikarenakan bayi terbangun dari fase tidur mereka yaitu dari fase tidur lelap menjadi ringan lalu bangun. Dan pada saat terbangun bayi akan menangis dan sang ibu akan menenangkannya dengan menggendong bayi tersebut.

Mengayun bayi dapat juga membantu proses tidur mereka yang lebih cepat. Berdasarkan penelitian dalam jurnal *Current Biology* menyebutkan bahwa orang dewasa dan bayi lebih cepat tidur ketika diayun di tempat tidur. Sementara pada saat tempat tidur tak diayun, orang dewasa maupun bayi akan menghabiskan sekitar setengah dari waktu tidur mereka pada fase awal tidur ringan yang disebut sebagai fase N1. Pada saat tempat tidur diayunkan, tahap N1 hanya memerlukan waktu sekitar 30 persen dari waktu tidur. Fase N2 atau fase tidur agak lebih dalam, meningkat sekitar 10 persen ketika tempat tidur diayun [2].

Bagi sebagian orangtua umumnya akan mempersiapkan segala perlengkapan bayi mereka yang bermanfaat menunjang aktifitas kenyamanan bayi. Berdasarkan permasalahan tersebut perlengkapan bayi yang sesuai adalah ayunan bayi. Ayunan diharapkan dapat berayun sehingga dapat menyerupai gerakan saat dalam kandungan. Ayunan akan bergerak secara otomatis saat mendengar suara tangisan bayi, dengan demikian dapat menggantikan peran ibu untuk sementara dalam menimang bayi ketika menangis. Sehingga diharapkan sang ibu juga dapat melakukan aktifitas yang lainnya dan dapat mengurangi sikap rewel bayi karena tidurnya terganggu.

TINJAUAN PUSTAKA

Sensor Suara (Microphone)

Sebuah alat yang berfungsi mengubah gelombang sinusoidal suara menjadi gelombang sinus energi listrik disebut sensor suara. Berdasarkan pada besar atau kecilnya kekuatan gelombang suara yang mengenai membran sensor yang menyebabkan bergeraknya membran sensor dan juga adanya kumparan kecil di balik membran sensor naik dan turun yang membuat sensor dapat bekerja. Kumparan kecil diibaratkan sebuah pisau berlubang-lubang, sehingga pada saat kumparan tersebut bergerak naik turun, aliran gelombang magnet yang dilewati kumparan akan terpotong. Kecepatan gerak kumparan menentukan kuat-lemahnya gelombang listrik yang dihasilkannya [3].

Motor DC

Perangkat elektromagnetik yang berfungsi mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik disebut dengan Motor DC (*Direct Current*). Dengan menentukan kecepatan dan arah putarannya maka motor DC dapat bekerja. Arah putaran motor DC searah dengan arah putaran jarum jam (*Clock Wise/CW*) atau berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam (*Counter Clock Wise/CCW*), yang bergantung dari hubungan kutub yang diberikan pada motor DC. Kecepatan putar motor DC diatur dengan besarnya arus yang diberikan [4].

Arduino UNO

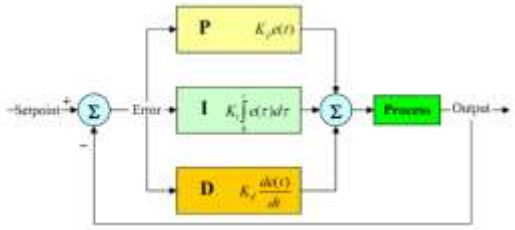
Papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328 disebut juga dengan arduino UNO. IC (integrated circuit) ini memiliki 14 *input*/*output* digital (6 *output* untuk PWM), 6 analog *input*, resonator kristal keramik 16 MHz, koneksi USB, soket adaptor, pin *header* ICSP, dan tombol *reset*. Arduino UNO diperlukan sebagai pendukung mikrokontroler yang memudahkan untuk terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC ke DC atau juga baterai [5].



Gambar 1. Arduino UNO R3 ATmega328

Kontrol PID *(Proportional Integral Derivative)*

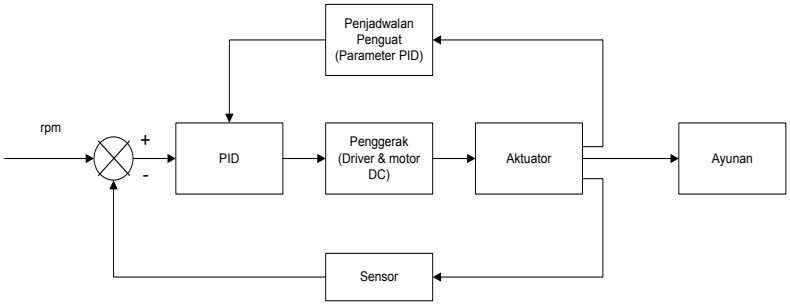
Kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) merupakan kontroler mekanisme umpan balik yang biasanya dipakai pada sistem kontrol industri. Secara kontinyu kontroler PID menghitung nilai kesalahan sebagai beda antara *setpoint* yang diinginkan dan variabel proses terukur. Semakin kecil nilai kesalahan yang didapat dan semakin cepat respon pengendali maka semakin baik pula pengendali PID tersebut. Blok diagram pengendali PID diperlihatkan pada Gambar 2 dimana setiap persamaan dari P, I, D saling berhubungan untuk mendapatkan *output* yang diinginkan.



Gambar 2. Blok Diagram dari kontroller PID

Gain Scheduling (GS)

Gain scheduling berfungsi mengatur jadwal parameter PID yang digunakan berdasarkan titik kerja atau kondisi yang dihadapi. Agar setiap saat kontroler mengetahui kondisi proses, maka dalam skema kontrol ini diperlukan pengukuran variabel tambahan (*auxillaries variable*) yang secara teknis digunakan sebagai variabel penjadwal *scheduled variable*[6]. Gambar 3 menunjukan nilai *gain* yang bergantung pada variabel disebut sebagai *gain scheduling.*



Gambar 3**.** Diagram blok sistem kendali *Gain Scheduling*

Dalam merancang suatu sistem, pertama kita menentukan berat bayi. Dimana ada 3 kondisi yang mana harus dihitung Kp, Ki dan Kd nya, yaitu:

1. 0 ≤ 1,50 kg
2. 1,51 ≤ 2,50 kg
3. 2,51 ≤ 5 kg

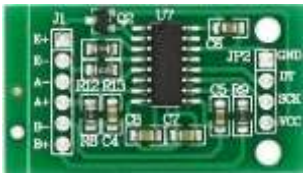
Sensor Berat (Load cell)

Load cell digunakan untuk mengkonversi beban menjadi sebuah besaran sinyal elektrik. Sensor berat terdiri dari *strain gauge*, konduktor dan *wheatstone bridge*. Saat sensor berat diberi beban maka nilai resistansi di *strain gauge* akan mengubah tegangan keluarannya. Data *load cell* diteruskan ke pengkondisi sinyal dengan mengaplikasikan penguat sebagai data yang akan diproses[7].



Gambar 4**.** Bentuk fisik *Load cell*

Modul HX711 adalah komponen terintegrasi untuk mengkonversi perubahan resistansi pada *load cell* menjadi besaran tegangan melalui rangkaian *analog to digital conventer* (ADC) 24 bit. Melalui modul ini keluaran *load cell* dapat langsung masuk sebagai data ke kontrolnya.



Gambar 5**.** Modul HX711

Voice Recognition

Untuk mengidentifikasi seseorang dengan mengenali suara dari orang tersebut, menggunakan sistem yg disebut *Voice Recognition*. Suatu teknik yang mengizinkan sistem komputer untuk menerima *input* berupa kata yang diucapkan ialah *Voice Recognition* atau pengenal suara.

Rotary Encoder

Rotary Encoder atau *shaft Encoder* ialah alat yang membaca gerakan poros menjadi sinyal analog/digital. Ada dua jenis *Rotary Encoder* yaitu absolute dan incremental. *Output* dari *Rotary Encoder* absolut menunjukkan posisi poros saat ini, menjadikannya tranduser sudut. Sedangkan *Rotary Encoder* incremental mengirimkan informasi gerakan poros, kemudian diproses menjadi informasi seperti kecapatan, jarak dan posisi.



Gambar 6**.** *Rotary Encoder*

Driver Motor DC VNH2SP30

Berfungsi sebagai pengontrol motor DC dengan arus dan tegangan yang tinggi. *Driver* motor DC VNH2SP30 memiliki satu keluaran yang digunakan untuk mengatur tegangan maksimum motor DC sebesar 16 V dan arus maksimum sebesar 30 A. Driver motor DC VNH2SP30 memiliki fitur *speedcontrol* dengan menggunakan PWM sebesar 20kHZ. Driver motor DC VNH2SP30 merupakan gabungan antara dua monolitis *high side driver* dengan dua *low side switch*. Masukan sinyal INA dan INB dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler untuk mengatur ataupun menghentikan laju motor.



Gambar 7**.** Driver Motor DC VNH2SP30

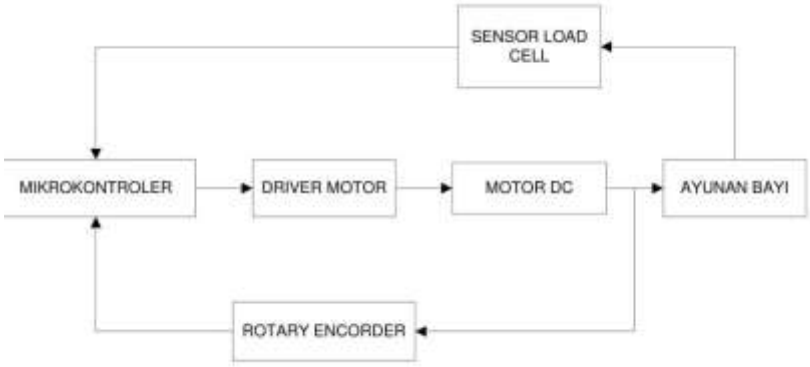
Kenyamanan pada Bayi Usia 0-1 tahun

Bayi adalah seorang anak yang dikandung oleh ibunya selama kurang lebih 37 minggu sampai dengan 42 minggu dan memiliki berat ketika lahir sekitar 2500 gram sampai 3500 gram. Seorang bayi yang baru lahir akan cepat belajar menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Bayi juga menampilkan bermacam-macam nuansa perasaannya dalam menanggapi rangsangan dari luar[8].

Kamus Besar Bahasa Indonesia digendong memiliki arti memanggul atau membopong. Agar memudahkan berinteraksi dengan sang buah hati, orang tua kerap menggendongnya. Saat digendong, bayi berada di dekapan orang tua, hal tersebut dapat membuat bayi merasa nyaman, aman, terjaga dan dapat memberikan kesempatan bagi bayi untuk melihat lingkungan disekitarnya [9].

METODE PENELITIAN

Blok Diagram Sistem

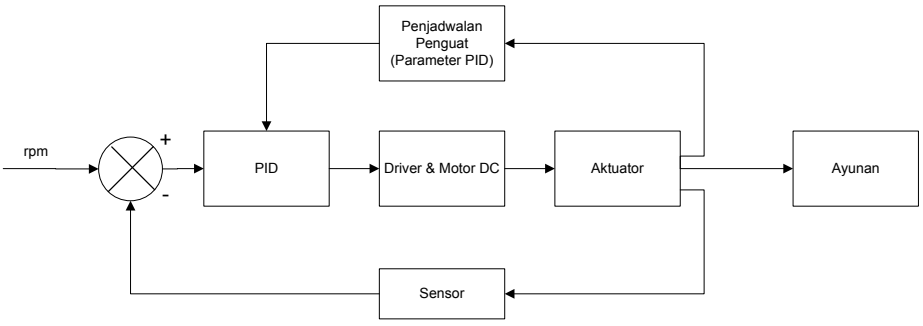


Gambar 8. Blok Diagram Sistem

Melalui Gambar 8 dapat diketahui bahwa sistem *prototype* ayunan bayi memakai mikrokontroler dan merupakan pusat pengolahan dari berbagai sumber *input* dan mengeluarkan data sebagai *output*. Dimana *input* didapat dari *load cell* digunakan untuk sebagai sensor yang membaca keberadaan berat bayi pada keranjangan bayi. Untuk dapat diolah mikrokontroler, *load cell* membutuhkan pengkondisian sinyal yaitu modul HX711. Motor DC digunakan menggerakan ayunan bayi dibantu oleh pengontrol motor DC. Dari gerak motor DC ke ayunan akan dibaca kecepatannya dengan menggunakan sensor kecepatan berupa *Rotary Encoder*.

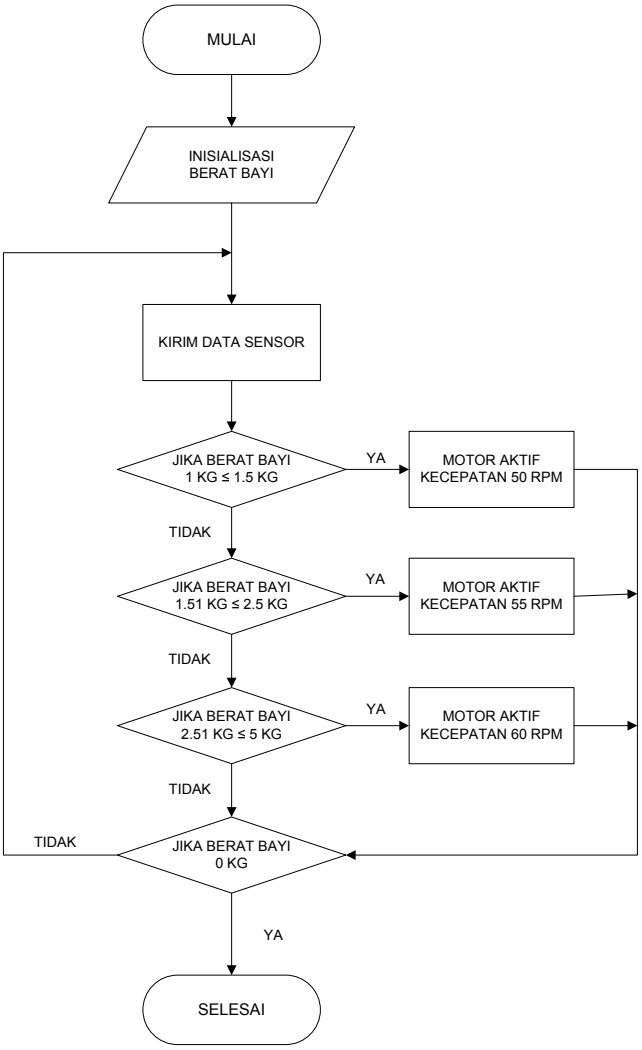
Prinsip Kerja Sistem

Pada *prototype* ayunan bayi, sistem diharapkan dapat berayun sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Kecepatan berayun dihasilkan dari pergerakan motor DC yang akan aktif ketika mendapatkan *input* sinyal yang berasal dari hasil deteksi berat bayi menggunakan sensor *load cell*. Pengontrol pergerakan motor DC diatur oleh motor driver atas instruksi dari kontroler Arduino Uno. Kecepatan ayunan sesuai dengan *setpoint* yang dimaksud adalah kecepatan berayun yang akan tetap sama walaupun berat bayi yang diletakan pada keranjang ayunan bervariasi, yaitu 1 kg hingga 5 kg. Kecepatan ini akan berubah-ubah sesuai gain yang telah dikondisikan sebelumnya. Sistem akan berfungsi dengan benar ketika mendapatkan data masukan dari hasil deteksi sensor tersebut. Ketika *load cell* mendeteksi berat pada keranjang bayi maka akan memberikan sinyal ke kontroler Arduino Uno sehingga sistem akan bekerja, seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Blok Sistem Kendali

Diagram Alir Sistem



Gambar 10**.** Diagram Alir Sistem

Langkah pertama dari diagram alir adalah sensor berat *load cell* menginisialisasi berat bayi pada ayunan bayi. Setelah mendeteksi berat bayi, data berat tersebut dibaca oleh sensor dan akan dikirim kepada mikroposesor sebagai pemrosesnya. Jika berat bayi 1 kg kurang dari sama dengan 1.5 kg maka motor akan bekerja dengan kecepatan 50 rpm. Jika berat bayi 1.51 kg kurang dari sama dengan 2.5 kg maka motor akan aktif dengan kecepatan 55 rpm. Begitu pula jika berat bayi 2.51 kg kurang dari sama dengan 5 kg maka motor akan bekerja dengan kecepatan 60 rpm. Sehingga alat akan terus bekerja selama masih terdeteksi berat bayi dan alat akan berhenti bekerja bila tidak ada beban pada ayunan atau alat dimatikan oleh pengguna.

PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui kinerja dari sistem dan juga untuk mendapatkan suatu data yang dapat dievaluasi sehingga dapat diketahui spesifikasi perangkat yang akan dibangun. Pengujian pertama-tama dilakukan secara terpisah dari masing-masing modul, setelah itu dilakukan secara keseluruhan.

Pengujian Sensor Load Cell dan HX 711

Pada saat kalibrasi *load cell* pada *Arduino uno* penulis menggunakan program bawaan HX711 yang ada pada *website Github* sehingga di harapkan pada saat penggunaan *load cell* pada alat dapat memperoleh hasil yang sesuai.

Tabel 1 adalah perbandingan sensor load cell sebelum dan sesudah dilakukan kalibrasi dimana pengujian menggunakan 8 beban yang bervariasi.

Tabel 1 Pengujian *load cell* dengan batu timbel

Percobaan	Perhitungan Timbangan digital	Perhitungan Menggunakan *Load cell*	Absolute *Error*	Relative *Error*
1	0,50	0,52	0,02	2%
2	1,00	1,02	0,02	2%
3	1,50	1,53	0,03	2%
4	2,00	1,95	0,05	5%
5	2,50	2,54	0,04	4%
6	3,00	3,03	0,03	3%
7	4,00	4,03	0,03	3%
8	5,00	5,02	0,02	2%

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil data berat menggunakan *Load cell* pada alat ini memiliki *error* yang cukup minim sehingga penelitian dapat dilanjutkan dengan melakukan pengukuran pada alat yang telah dibuat, serta mendapatkan hasil yang diinginkan.Yangmana toleransi dari *load cell* adalah 5 %.

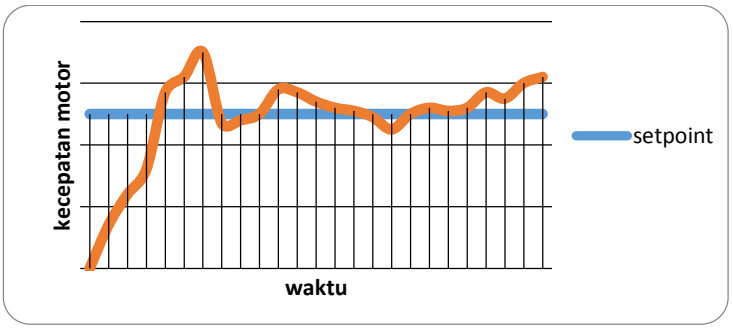
Pengujian Kontrol PID

Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari sistem kontrol PID adalah nilai konstanta Kp, Ki dan Kd. Oleh sebab itu, untuk memperoleh hasil yang optimal dan nilai konstanta yang sesuai maka pengujian kontrol PID kali ini memiliki *trial error*. Maka pengujian kontrol kali ini dengan metode PID dilakukan beberapa pengujian secara *trial error* dengan menggambil nilai SV 50 RPM. Nilai tersebut diambil karena menyesuaikan dengan mekaniknya yangmana motor baru dapat menggerakan ayunan dengan stabil pada kecepatan 50 RPM.

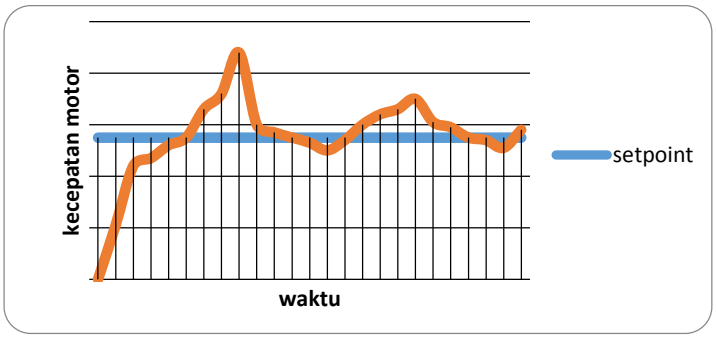
Pengujian Kontrol PID tanpa Beban

Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai PID yang dikontrol sesuai dengan yang diinginkan dan akan menghasilkan kecepatan motor yang telah ditentukan. Motor aktif ketika berat berada pada *setpoint* dan motor akan menurun kecepatannya ketika diatas *setpoint*.

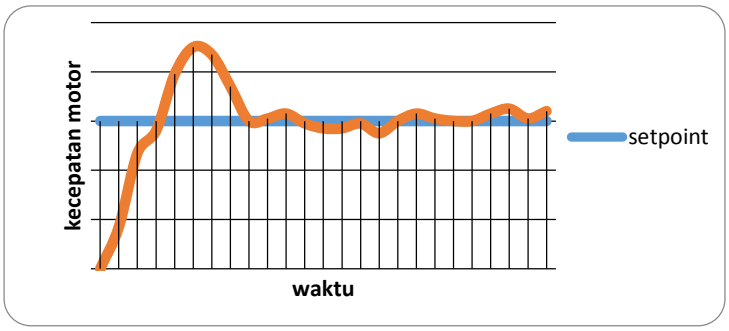
Terlihat pada Gambar 11 menggunakan nilai KP = 1,KI = 0.5, KD = 1 dengan posisi awal 0 rpm. Pada grafik tersebut menggunakan set poin 50 rpm, *rise time* pada gambar 7 membutuhkan waktu 5 detik, *overshot* disini mencapai 70 rpm dengan waktu 7 detik dan *setlingtime* membutuhkan waktu 21 detik sehingga didapatkan nilai *steady state* dengan *range* 56-60 rpm.



Gambar 11. Grafik pengujian tanpa beban saat KP=1, KI=0.5, KD=1



Gambar 12. Grafik pengujian tanpa beban saat KP=1.2, KI=1, KD=1.6



Gambar 13**.** Grafik pengujian tanpa beban saat KP=1.3, KI=1.1, KD=2

Berdasarkan ketiga pengujian diatas didapatkan nilai PID yang terbaik dengan grafik yang hasilnya cukup bagus untuk dijadikan penguncian nilai PID program. Gambar 13 menunjukan hasil terbaik yaitu dengan nilai KP = 1.3, KI = 1.1, KD = 2.

Tabel 2 untuk mengetahui nilai *error overshoot* dan nilai *error stedy state*. Berikut ini merupakan tabel pengujian menggunakan *set point* yang berbeda.

Tabel 2 *Error overshoot* dan *error steady state*

No	Kd,Kp,Ki	*Sett Point* (rpm)	*Rise Time* (detik)	*Settling Time* (detik)	*Error Over Shoot* (%)	*Error Steady State* (%)
1	1,0.5,1	50	5	21	6	21
2	1.2,1,1.6	55	5	20	5	20
3	1.3,1.1,2	60	6	18	2	10

Pengujian Kontrol PID dengan Beban

Pada pengujian seperti pada gambar 14 ini menggunakan timbal sebagai ganti dari beban bayi untuk menguji alat yang telah dibuat dan mengetahui respon dari PID yang telah di uji tanpa beban di percobaan sebelumnya. Dengan tujuan apakah PID yang telah di uji sudah berjalan sesuai dengan hasil yang diinginkan.



Gambar 14. Ayunan bayi sebelum diberi beban timbal

Pengujian Keseluruhan

Pada pengujian keseluruhan ini menggunakan beban timbal mulai dari 100 gram sampai 1,5 kg dengan *setpoint* 50 rpm, beban timbal 1,5 kg keatas sampai 2,5 kg sampai dengan 5 kg dengan *setpoint* 55 rpm. Tujuan disini adalah untuk mengetahui kecepatan motor untuk beban timbal 1 kg sampai 5 kg apakah stabil pada *setpoint* yang telah ditentukan atau tidak. Setelah menunggu 40 detik dengan beban timbal akhir 5 kg. Berikut hasil pengujian keseluruhan yang telah diperoleh, dimana hasilnya seperti pada tabel

Tabel 3**.** Pengujian keseluruhan untuk beban 1 kg dengan *setpoint* 50 rpm

Beban Timbal (kg)	Setpoint (rpm)	Kecepatan Motor (rpm)
1	50	12
1	50	20
1	50	34
1	50	42
1	50	51
1	50	49
1	50	52
1	50	50
1	50	50
1	50	51

Tabel 4. Pengujian keseluruhan untuk beban 1,5 kg dengan setpoint 50 rpm

Beban Timbal (kg)	Setpoint (rpm)	Kecepatan Motor (rpm)
1,5	50	52
1,5	50	54
1,5	50	52
1,5	50	53
1,5	50	55
1,5	50	54
1,5	50	54
1,5	50	53
1,5	50	51
1,5	50	52

Tabel 5. Pengujian keseluruhan untuk beban 2 kg dengan *setpoint* 55 rpm

Beban Timbal (kg)	Setpoint (rpm)	Kecepatan Motor(rpm)
2	55	55
2	55	57
2	55	55
2	55	55
2	55	54
2	55	55
2	55	53
2	55	54
2	55	55
2	55	55

Tabel 6. Pengujian keseluruhan untuk beban 2,5 kg dengan *setpoint* 55 rpm

Beban Timbal (kg)	Setpoint (rpm)	Kecepatan Motor (rpm)
2,5	55	54
2,5	55	55
2,5	55	55
2,5	55	55
2,5	55	56
2,5	55	55
2,5	55	55
2,5	55	55
2,5	55	55
2,5	55	55

Tabel 7. Pengujian keseluruhan untuk beban 3 kg dengan *setpoint* 55 rpm

Beban Timbal (kg)	*Setpoint* (rpm)	Kecepatan Motor (rpm)
3	55	53
3	55	54
3	55	55
3	55	54
3	55	53
3	55	55
3	55	55
3	55	54
3	55	54
3	55	53

Tabel 8. Pengujian keseluruhan untuk beban 4 kg dengan *setpoint* 55 rpm

Beban Timbal (kg)	*Setpoint* (rpm)	Kecepatan Motor (rpm)
4	55	54
4	55	54
4	55	53
4	55	54
4	55	55
4	55	54
4	55	54
4	55	53
4	55	53
4	55	53

Tabel 9. Pengujian keseluruhan untuk beban 5 kg dengan *setpoint* 55 rpm

Beban Timbal (kg)	*Setpoint* (rpm)	Kecepatan Motor (rpm)
5	55	55
5	55	56
5	55	54

Beban Timbal (kg)	*Setpoint* (rpm)	Kecepatan Motor (rpm)
5	55	53
5	55	54
5	55	55
5	55	54
5	55	55
5	55	54
5	55	55

Dari data hasil pengujian keseluruhan dengan beban 1 – 5 kg dengan RPM 50 dan 55 RPM, presentase *error* sebesar 2,5%. *Error* tersebut terjadi karena motor mulai panas akibat beban yang semakin berat.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan Data hasil pengujian keseluruhan ayunan dengan mulai dari 100 gram sampai 1,5 kg dengan *setpoint* 50 rpm, beban timbal 1,5 kg keatas sampai 2,5 kg sampai dengan 5 kg dengan *setpoint* 55 rpm. Berdasarkan pengujian *trial error* dengan nilai PID Kp = 1.3, Kd = 1.1, Ki = 2 dan diberi beban 1 kg sampai dengan 5 kg kecepatan motor sesuai terhadap parameter *setpoint* yang sudah ditentukan dengan waktu 40 detik. Presentase keberhasilan alat ini secara keseluruhan adalah 97,5 % dengan presentase *error* keseluruhan sebesar 2,5 %.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Radian, “Terlalu Sering Digendong Bisa Bikin Bayi ‘Bau Tangan’, Mitos Atau Fakta?” 2016, [Online]. Available: http://www.detikhealth.com.

[2] L. Bayer, “Article Rocking synchronizes brain waves during a short nap Reference Rocking synchronizes brain waves during a short nap,” vol. 21, no. 12.

[3] H. dan M. C. W. Cahyati Supriyati Sangaji, “Rancang Bangun Alat Pengayun Bayi Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Suara, Kelembapan dan Gas Amonia,” *J. Control Netw. Syst.*, vol. 5, no. 1, p. 84, 2016.

[4] Q. Hidayati, “Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535,” *J. Tek. Elektron. Politek. Negeri Balikpapan.*, vol. 1, pp. 1–5, 2011.

[5] Arduino.cc, “Datasheet Arduino Uno,” 2016. http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno.

[6] A. S. Mukhaitir, I. Setiawan, M. Jurusan, T. Elektro, F. Teknik, and U. D. Semarang, “Aplikasi Kendali PID Menggunakan Skema Gain Scheduling Untuk Pengendalian Suhu Cairan pada Plant Electric Water Heater,” vol. 12, no. 1, pp. 27–32, 2010.

[7] I. Sugriwan, M. Suweni, and Y. Hadi, “Pemanfaatan Load Cell CZL601 untuk Pengukuran Derajat Layu Pada Pengolahan Teh Hitam,” pp. 49–58, 2010.

[8] F. Indramukti, . “Faktor yang Berhubungan dengan Praktek Inisiasi Menyusu Dini (IMD) pada Ibu Pasca Bersalin Normal di Wilayah Kerja Puskesmas Blado 1,” *Unnes J. Public Heal.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–8, 2013.

[9] F. Williams, *Baby Care Day By Day*. Jakarta: Pustaka Bunda, 2014.