

Pembuatan Alat Ukur Kecepatan Gerak Pelet dengan Menggunakan Sensor Tirai Cahaya dan Mikrokontroler Sebagai Alat Ukur Selang Waktu Pencapaian Dua Posisi Pelet

Rachmad Hartono, Sugiharto, Gatot Santoso, BRM Djoko Widodo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan
Jl. DR. Setiabudhi No. 193 Tel: (022) 2019352 Faximile: (022) 2019329 Bandung 40153, Jawa-Barat
e-mail: rachmad_hartono@yahoo.com, sugih.sugiharto@gmail.com

Abstrak

Senapan angin kaliber kecil (4.5 mm) merupakan salah satu senapan yang digunakan untuk rekreasi berburu atau alat olah raga menembak. Produk ini sudah dibuat oleh industri kecil di kawasan Cipacing dan Cikeruh, akan tetapi kualitas produk yang dihasilkan masih rendah dan peruntukan produk masih terbatas hanya pada kebutuhan hobi atau sebatas barang *souvenir* saja. Rendahnya kualitas produk tersebut selain akibat keterbatasan peralatan proses, juga akibat tidak adanya standarisasi komponen, sehingga kualitas produk yang dihasilkan sangat tergantung kepada siapa pengrajin yang membuatnya. Usaha perbaikan yang telah dilakukan adalah dengan membuat alat bantu kaliber yang dapat digunakan untuk memilih jenis pegas yang digunakan pada senapan jenis mekanik. Usaha yang lain adalah dengan membuat mesin pembuat alur rifling yang dapat bekerja secara semiotomatis. Untuk melihat seberapa besar peningkatan kualitas senapan angin akibat beberapa usaha perbaikan yang telah dilakukan perlu dibuat alat ukur kecepatan gerak pelet yang keluar dari laras senapan angin. Proses pengukuran kecepatan gerak pellet merupakan proses akhir dalam melihat kerja tiap komponen yang sudah dibuat dalam bentuk prestasi kerja senapan dalam melontarkan pellet/pelurunya. Metoda pengukuran yang sudah dilakukan adalah metoda beda suara dan metoda lontaran. Kedua metoda ini sangat tidak efektif jika diterapkan di lokasi pengrajin. Oleh karenanya perlu dibuat alat ukur kecepatan gerak pelet yang dapat digunakan oleh para pengrajin senapan angin di lokasi pembuatan. Alat ukur ini harus dapat secara langsung menunjukkan kecepatan gerak pelet setelah proses pengukuran dilakukan. Pada penelitian ini akan diuraikan metoda pengukuran kecepatan gerak pelet dengan menggunakan bantuan sensor tirai cahaya dan mikrokontroler sebagai perangkat untuk mengukur selang waktu yang diperlukan oleh suatu pelet untuk melintasi dua posisi yang berbeda.

Keywords: kecepatan, pellet, sensor, cahaya, mikrokontrol

Pendahuluan

Senapan angin kaliber kecil (4.5 mm) yang dibuat oleh industri kecil di kawasan Cipacing dan Cikeruh saat ini peruntukannya hanya sebatas pada kebutuhan hobi atau sebagai barang cinderamata. Senapan angin yang dibuat oleh industri kecil tersebut kualitasnya tidak seragam dan tergantung pada pengrajin yang membuat senapan angin tersebut. Hal ini disebabkan karena keterbatasan kualitas proses dan tidak adanya standarisasi komponen.

Usaha perbaikan yang telah dilakukan adalah dengan membuat alat bantu kaliber yang dapat digunakan untuk memilih jenis pegas yang digunakan pada senapan jenis mekanik dan membuat mesin pembuat alur rifling yang dapat bekerja secara semiotomatis. Untuk melihat seberapa besar peningkatan kualitas senapan angin akibat beberapa usaha perbaikan yang telah dilakukan perlu dibuat alat ukur kecepatan gerak pelet yang keluar dari laras senapan angin. Proses pengukuran kecepatan gerak pellet merupakan

proses akhir dalam melihat kerja tiap komponen yang sudah dibuat dalam bentuk prestasi kerja senapan dalam melontarkan pellet/pelurunya.

Mengukur kecepatan gerak pelet yang keluar dari laras senapan angin pernah dilakukan dengan menggunakan metoda beda suara dan metoda lontaran. Pada metoda beda suara kecepatan pelet yang keluar dari senapan angin diukur dengan cara mencatat waktu yang diperlukan untuk menempuh suatu jarak tertentu. Pengukuran waktu tempuh dimulai ketika terdengar bunyi senapan dan berakhir ketika terdengar bunyi pelet menumbuk suatu pelat. Pada metoda lontaran, kecepatan pelet yang keluar dari laras senapan diukur dengan cara mengukur jarak horisontal yang ditempuh oleh pelet yang dilontarkan pada ketinggian tertentu. Kecepatan pelet ditentukan dengan menggunakan persamaan gerak peluru.

Pengukuran kecepatan gerak pelet dengan menggunakan kedua metoda yang telah disebutkan,

hasil pengukurannya tidak dapat dibaca secara langsung. Hasil pengukuran kecepatan gerak pelet diperoleh melalui analisa tertentu. Selain hal tersebut, fasilitas yang digunakan untuk melakukan pengukuran masih kurang kompak. Fasilitas pengukuran masih memerlukan ruang yang relatif luas.

Untuk mengatasi kedua masalah tersebut, perlu dicari metoda pengukuran yang baru sehingga diperoleh alat ukur kecepatan yang kompak dan hasil pengukuran dapat secara langsung dibaca tanpa memerlukan analisa tertentu. Untuk mewujudkan hal tersebut perlu dicari suatu metoda untuk mengukur waktu yang diperlukan oleh suatu pelet yang bergerak untuk mencapai dua posisi berbeda yang sudah diketahui jaraknya. Hal kritis dalam penentuan waktu tempuh suatu pelet yang bergerak dengan kecepatan yang relatif cepat adalah penentuan waktu pelet mencapai posisi awal dan penentuan waktu pelet mencapai posisi akhir.

Penentuan waktu pelet mencapai posisi awal dan posisi akhir dapat dilakukan dengan menggunakan suatu sensor yang diletakkan pada posisi yang sudah ditentukan. Sensor tersebut harus dapat mendeteksi keberadaan suatu pelet yang sedang melintas melewati sensor. Masalah timbul karena pelet yang melintasi sensor mempunyai dimensi yang kecil dan pelet terbuat dari material non fero. Oleh karenanya perlu dibuat suatu sensor yang dapat mendeteksi pelet yang melintas dengan kecepatan yang relatif tinggi dengan dimensi yang kecil dan terbuat dari material non fero.

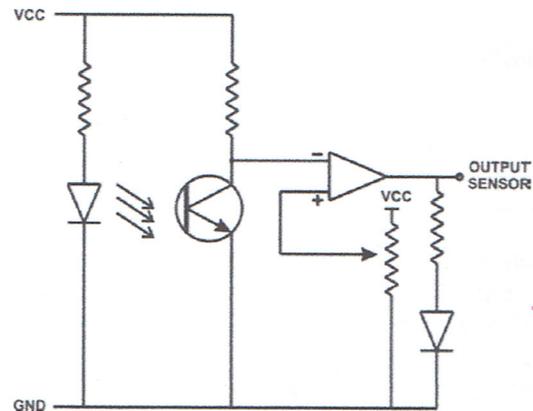
Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Mengukur kecepatan rata-rata suatu benda yang sedang bergerak dapat dilakukan dengan cara mengukur jarak yang ditempuh oleh benda dan mengukur waktu yang diperlukan oleh benda untuk mencapai jarak tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan mudah bila dimensi benda cukup besar, kecepatan benda tidak terlalu cepat, dan jarak yang ditempuh benda cukup panjang. Pada pengukuran kecepatan gerak pelet yang keluar dari laras senapan, dijumpai beberapa kondisi ekstrim yaitu dimensi pelet yang relatif kecil, kecepatan pelet yang relatif cepat, dan jarak tempuh pelet yang relatif pendek.

Untuk dapat melakukan pengukuran kecepatan gerak pelet pada kondisi yang telah disebutkan diperlukan metoda tertentu dan beberapa peralatan tertentu. Beberapa peralatan yang diperlukan untuk mengukur kecepatan gerak pelet adalah saluran untuk mengarahkan pelet, sensor untuk mendeteksi keberadaan pelet, dan alat pengukur waktu yang

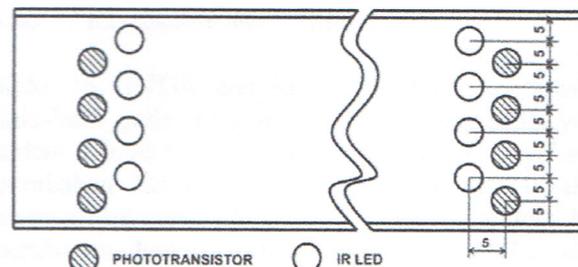
diperlukan oleh pellet untuk mencapai dua posisi yang berbeda.

Saluran untuk mengarahkan pellet berbentuk pipa berpenampang persegi dengan dimensi 390 mm x 20 mm x 45 mm. Material saluran adalah akrilik dengan tebal 4 mm. Sensor pendeteksi keberadaan pellet terdiri dari IR LED dan phototransistor yang diletakkan secara berhadapan. IR LED dan phototransistor tersebut perlu dirangkai dengan komponen elektronika yang lain agar dapat berfungsi sebagai sensor pendeteksi keberadaan pellet. IR LED dan phototransistor yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 3 mm. Rangkaian sensor dengan komponen utama IR LED dan phototransistor dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Rangkaian sensor pendeteksi pellet

Output sensor akan bernilai high (H) bila di antara IR LED dan phototransistor terdapat tabir penghalang. Output sensor akan bernilai low (L) bila di antara IR LED dan phototransistor tidak terdapat tabir penghalang. Dalam hal ini yang menjadi tabir penghalang adalah pellet yang keluar dari laras senapan.

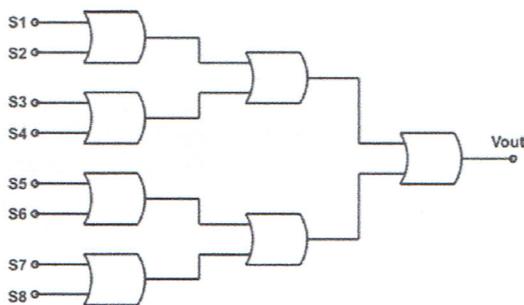


Gambar 2 Susunan IR LED-Phototransistor

Sangat tidak mungkin untuk mengarahkan pellet yang keluar dari laras senapan agar lintasan gerak pellet selalu berpotongan dengan berkas sinar yang keluar dari IR LED. Agar pellet yang keluar dari laras senapan dapat selalu dideteksi, perlu digunakan beberapa pasang sensor IR LED-phototransistor yang disusun sedemikian rupa sehingga berkas sinar yang

keluar dari IR LED membentuk tirai sinar. Susunan pasangan IR LED-phototransistor yang ditempelkan pada dinding saluran dapat dilihat pada gambar 2.

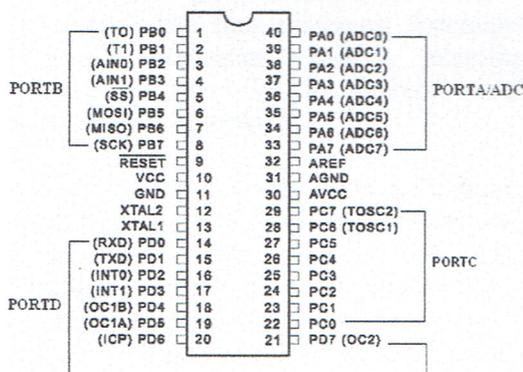
Kedelapan sensor IR LED-phototransistor yang disusun seperti pada gambar 2 harus dapat berfungsi sebagai sensor tunggal. Agar kedelapan sensor IR LED-phototransistor tersebut dapat berfungsi sebagai sensor tunggal, setiap output sensor IR LED-phototransistor dirangkai sedemikian rupa dengan menggunakan gerbang logik OR. Skematik rangkaian sensor IR LED-phototransistor yang dirangkai dengan gerbang logik OR dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Skematik penggabungan sensor

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa bila salah satu sensor (dari S1 sampai dengan S8) bernilai high (H), maka Vout akan bernilai high (H). Vout bernilai low (L) bila semua sensor (dari S1 sampai dengan S8) bernilai low (L).

Selisih waktu saat pellet terdeteksi oleh sensor pada sisi keluar saluran dengan saat pellet terdeteksi sensor pada sisi masuk saluran dukur dengan menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan untuk mengukur waktu adalah mikrokontroler ATmega8535. Skematik mikrokontroler ATmega8535 dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Skematik Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 mempunyai fitur interupsi. Interupsi merupakan suatu kejadian yang

dapat mengalihkan alur eksekusi program dari program utama ke fungsi atau prosedur tertentu yang berkaitan dengan kejadian tersebut. Interupsi yang digunakan yang terkait dengan pengukuran waktu adalah interupsi Timer dan interupsi eksternal.

Interupsi Timer berkaitan dengan fungsi *interrupt [TIMO_OVF] void timer0_ovf_isr(void)*. Fungsi tersebut dieksekusi setiap selang waktu tertentu. Selang waktu eksekusi fungsi *interrupt [TIMO_OVF] void timer0_ovf_isr(void)* dapat diatur oleh pemrogram. Pada penelitian ini selang waktu eksekusi fungsi *interrupt [TIMO_OVF] void timer0_ovf_isr(void)* ditentukan sebesar 0.01 milisekon. Isi fungsi tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Fungsi Timer

```

interrupt [TIMO_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
  // Place your code here
  if(a0==1) a1=a1+1;
}
    
```

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa setiap 0.01 milisekon nilai variabel a1 ditambah satu jika nilai variabel a0 sama dengan satu. Dengan kata lain nilai variabel a1 sama dengan selang waktu yang telah berlalu (dalam satuan 0.01 milisekon) sejak nilai a0 sama dengan satu. Nilai a0 diubah menjadi satu ketika sensor pada sisi masuk saluran mendeteksi keberadaan pellet. Nilai a0 menjadi nol ketika sensor pada sisi keluar mendeteksi keberadaan pellet.

Agar perubahan kondisi sensor pada sisi masuk saluran maupun pada sisi keluar saluran dapat secara otomatis mengubah nilai a0, Vout1 (output sensor pada sisi masuk saluran) dihubungkan pada kaki 16 mikrokontroler ATmega8535 dan Vout2 (output sensor pada sisi keluar saluran) dihubungkan dengan kaki 17 mikrokontroler ATmega8535.

Kaki 16 (INT0) dan kaki 17 (INT1) merupakan kaki-kaki pada mikrokontroler ATmega8535 yang terkait dengan interupsi eksternal. Kondisi sinyal atau perubahan kondisi sinyal pada kaki INT0 akan memicu interupsi eksternal-0. Kondisi sinyal atau perubahan kondisi sinyal pada kaki INT1 akan memicu interupsi eksternal-1.

Mode interupsi yang dipilih adalah *rising edge*. Pada mode ini interupsi eksternal akan dipicu bila terjadi perubahan kondisi sinyal dari low (L) ke high (H) pada kaki-kaki INT0 maupun INT1. Perubahan kondisi sinyal terjadi ketika pellet memotong berkas sinar yang terpancar dari salah satu IR LED pada sisi masuk saluran maupun sisi keluar saluran. Bila

terjadi interupsi eksternal, maka fungsi yang terkait dengan fungsi eksternal akan dieksekusi.

Fungsi yang terkait dengan interupsi eksternal-0 adalah fungsi `interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)` dan fungsi yang terkait dengan interupsi eksternal-1 adalah fungsi `interrupt [EXT_INT1] void ext_int1_isr(void)`. Isi masing-masing fungsi tersebut dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2 Fungsi interupsi eksternal-0

```
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
// Place your code here
a1=0;
a0=1;
}
```

Tabel 3 Fungsi interupsi eksternal-1

```
interrupt [EXT_INT1] void ext_int1_isr(void)
{
// Place your code here
a0=0;
v=1000*s0/a1;
tulis_angka(v);
a1=0;
}
```

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa ketika sensor pendeteksi pellet pada sisi masuk saluran mendeteksi keberadaan pellet, variabel a1 (penghitung waktu) diberi nilai nol dan variabel a0 diberi nilai satu. Karena nilai a0 sama dengan satu, fungsi timer (table 1) mulai menghitung waktu yang telah berlalu semenjak nilai a0 sama dengan satu.

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa ketika sensor pendeteksi pellet pada sisi keluar saluran mendeteksi keberadaan pellet, variabel a0 diberi nilai nol. Karena nilai a0 sama dengan nol, fungsi timer (tabel 1) berhenti menghitung waktu yang telah berlalu. Selain me-reset variabel a0, fungsi interupsi eksternal-1 juga menghitung kecepatan pellet, menampilkan kecepatan pellet pada LCD, dan me-reset variabel a1 (variabel penghitung waktu).

Fungsi-fungsi yang telah dijelaskan perlu ditanamkan pada mikrokontroler. Bagian-bagian komponen alat ukur, yaitu sensor, mikrokontroler, dan LCD perlu dirakit sehingga membentuk suatu alat ukur yang siap untuk digunakan. Setelah alat ukur siap untuk digunakan, pengukuran kecepatan gerak pellet yang keluar dari laras senapan dilakukan dengan cara menembakkan pellet tersebut dengan mengarahkan laras senapan pada saluran yang telah dilengkapi dengan sensor pendeteksi keberadaan pellet. Hasil pengukuran kecepatan gerak pellet langsung dilihat

pada LCD sesaat pellet keluar dari saluran pengukuran.

Hasil dan Pembahasan

Percobaan pengukuran kecepatan gerak pellet dilakukan dengan cara menembakkan pellet yang diarahkan pada saluran pengukuran dari tiga jenis senapan yang berbeda. Penembakan pellet pada setiap jenis senapan dilakukan pada kondisi tekanan udara pendorong pellet yang berbeda. Besar tekanan udara pendorong diasumsikan berbanding lurus dengan jumlah pemompaan udara sebelum senapan siap untuk ditembakkan. Jumlah pemompaan udara pada percobaan ini adalah lima pemompaan, empat pemompaan, dan tiga pemompaan. Percobaan pengukuran kecepatan gerak pellet untuk setiap kondisi yang telah ditentukan dilakukan sebanyak lima kali. Hasil pengujian untuk setiap jenis senapan dapat dilihat pada tabel 4, tabel 5, dan tabel 6.

Tabel 4 Hasil pengujian kecepatan gerak pellet (m/s) untuk senapan Crossman Air Gun (USA)

		Jumlah Pemompaan		
		3	4	5
Percobaan ke	1	83	111	116
	2	79	92	114
	3	82	106	118
	4	84	98	124
	5	83	105	113
Rata ²		82	103	117

Tabel 5 Hasil pengujian kecepatan gerak pellet (m/s) untuk senapan BKALT, Indonesia

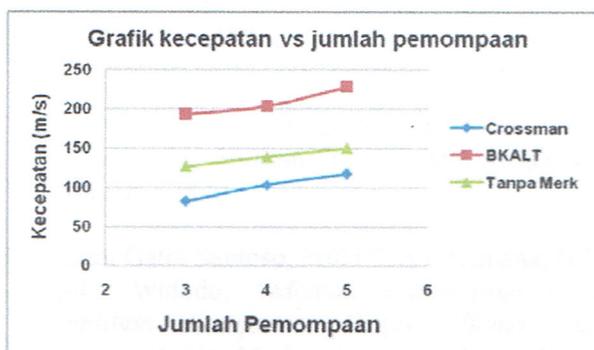
		Jumlah Pemompaan		
		3	4	5
Percobaan ke	1	179	203	257
	2	186	207	197
	3	198	202	231
	4	196	203	221
	5	203	202	234
Rata ²		193	203	228

Tabel 6 Hasil pengujian kecepatan gerak pellet (m/s) untuk senapan Tanpa Merk, Indonesia

		Jumlah Pemompaan		
		3	4	5
Percobaan ke	1	124	136	152
	2	128	139	145
	3	132	138	145
	4	126	144	159
	5	125	137	149
Rata ²		127	139	150

Dari tabel 4, tabel 5, dan tabel 6 dapat dilihat bahwa jumlah pemompaan berpengaruh pada kecepatan gerak pellet yang dilontarkan oleh masing-masing senapan. Hal ini berarti bahwa alat ukur kecepatan gerak pellet dapat membandingkan beberapa kecepatan gerak pellet yang berbeda. Dari beberapa tabel tersebut juga dapat dilihat bahwa jumlah pemompaan berbanding lurus dengan kecepatan gerak pellet yang dilontarkan oleh masing-masing senapan.

Berdasarkan hasil pengujian kecepatan gerak pellet yang dilontarkan oleh masing-masing senapan, senapan lokal (BKALT dan senapan tanpa merk) mampu melontarkan pellet dengan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan senapan buatan USA. Kedua senapan produk lokal mempunyai kemampuan yang cukup berbeda dalam hal melontarkan pellet. Perbedaan prestasi antara ketiga senapan tersebut dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Prestasi beberapa senapan

Kesimpulan

Dari pembahasan yang dilakukan pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa alat ukur kecepatan gerak pellet dengan metoda pengukuran yang telah dijelaskan dapat digunakan untuk mengukur kecepatan gerak pellet yang keluar dari laras senapan. Proses pengukuran dapat dilakukan dengan mudah dan hasil pengukuran langsung dapat dibaca pada saat pellet keluar dari saluran pengukuran. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa senapan angin produk lokal mampu melontarkan pellet dengan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan senapan angin buatan USA. Dari hasil pengujian juga didapatkan bahwa kedua senapan angin produk lokal mempunyai kemampuan yang cukup jauh berbeda dalam hal melontarkan pellet.

Ucapan Terima kasih

Dalam kesempatan ini kami mengucapkan banyak terimakasih kepada DP2M Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan

kebudayaan RI, yang telah membiayai penelitian ini lewat Hibah Bersaing 2012 DIPA Kopertis Wilayah IV Jawa-Barat, dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Nomor: 0257/K4/KL/2012 tanggal 6 Februari 2012.

Referensi

Ian Pellant, "The Benjamin-Sherdian 397PA", www.Benjamin-sherdian.com

Jon Brooks, "The BSA Goldstar Air Rifle", www.BSA-sportrifle.com

Sugiharto, Gatot Santoso, Hery Trisdian, "Simulasi dan analisis Gerak Pellet Pada Senapan Angin Potensial Pegas Laras Panjang", Laporan Tugas Akhir Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin Unpas, Bandung (2005)

Sugiharto, BRM, Djoko W, Deni, "Simulasi dan Analisis Gerak Pellet Pada Senapan Angin Potensial Pegas Produk Industri Kecil" Laporan Tugas Akhir Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin Unpas, Bandung (2005)

Sugiharto, BRM, Djoko W, Dicky, "Analisis dan Simulasi Mekanisme Pelontar Pellet Pada Senapan Angin Potensial Pegas Produk Industri Kecil" Laporan Tugas Akhir Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin Unpas, Bandung (2005)

Sugiharto, BRM, Djoko W, Heri Anwar, "Kaji Eksperimental Gerak Pellet Pada Senapan Angin Potensial Pegas Laras Panjang" Laporan Tugas Akhir Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin Unpas, Bandung (2005)

Sugiharto, Gatot Santoso, BRM, Djoko Widodo "Kaji Ekperimental Gerak Pellet Senapan Angin Produk Industri Kecil Dalam Usaha Perbaikan Dan Standarisasi Komponen Utamanya (Studi Kebutuhan Senapan Angin Olah Raga Menembak)" Seminar Nasional Tahunan Teknik (SNTTM)-V Kampus UI Depok (2006)

Sugiharto, et all, "Simulasi Gerak Pellet Senapan Angin Produk Industri Kecil Kawasan Cipacing Dalam Menentukan Besar Tekanan dan Bentuk Profil Larasnya", Prosiding Seminar Teknosim 2007, Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gajah Mada, Yogyakarta (2007)

Sugiharto, et all, "Pengukuran Kecepatan Gerak Pellet Senapan Angin Produk Industri Kecil Kawasan Cipacing dalam Usaha Perbaikan dan Standarisasi Komponen Utamanya", Prosiding

Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI)
2007, Jurusan Teknik Mesin Universitas
Tarumanagara, Jakarta (2007)

Sugiharto, BRM. D. Widodo, et all, "*Penentuan Gaya Radial Pada Pellet Saat Pemasangan Pada Pangkal Laras/Barrel Senapan Angin*", Prosiding Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI) 2007, Jurusan Teknik Mesin Universitas Tarumanagara, Jakarta, (2007)

Sugiharto, BRM. D. Widodo, et all, "*Studi Pengaruh Jumlah Alur (rifling) Pada Dinding Dalam Lubang Laras Terhadap Kecepatan dan Kesetabilan Gerak Pellet Senapan Angin*", Prosiding Seminar Nasional VI Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Indonesia, Jurusan Teknik Mesin ITENAS Bandung (2008)

Sugiharto, BRM. D. Widodo, et all, "*Analisis dan Simulasi Pelontar Pellet Pada Senapan Angin Model Potensial Pegas Dalam Mencari Parameter Dasar Optimalisasi Harga Kekakuan dan Besar Tekanan Lontar*", Prosiding Seminar Nasional VI Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Indonesia, Jurusan Teknik Mesin ITENAS Bandung, (2008)

Sugiharto, Gatot Santoso, Muki Satya Permana, BRM. Djoko Widodo, "*Metoda Kaliberisasi dalam Pemilihan Komponen Pegas Utama Pada Senapan Angin Model Potensial Pegas Produk Industri Kecil*", Jurnal INFOMATEK Volume 11 No 2 Juni 2009 halaman 101 - 112, ISSN 1411-0865 Terakreditasi berdasarkan SK Dirjen DIKTI Depdiknas RI No. 34/DIKTI/Kep/2003