



Pengaruh Perubahan Sudut Kemiringan Squish Head terhadap Kompresi dan Torsi pada Sepeda Motor 160cc

Aviv Rahmadillah^{1*}, Purwoko Purwoko²

^{1,2}Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Alamat: Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Lowokwaru, Kota Malang

*Korespondensi penulis: avivrahmadillah240802@gmail.com

Abstract. This research is to direct the mixture of air and fuel exactly to the top of the midpoint of the dome in the cylinder head. In addition, Squish Head also determines the character of the motorcycle. Moreover, what is very prominent in the initial pull is that if the compression ratio is denser, the pull is lighter. This study aims to determine the effect of changes in the slope angle of the squish head of 15, 17 and 19 degrees on compression and torque. In this study, experimental research is used with a quantitative method, where information that can be calculated and measured is factual because it is in the form of numbers. Researchers to get the data will conduct tests using the dynotest tool. Changes in the slope of the squish head have an effect on the torque. At an angle of 15 degrees, torque is produced at 9.91 N.m at 6000 RPM engine rotation. Then at an angle slope of 17 degrees, the torque increases by 0.14 N.m to 10.05 N.m at 6000 RPM engine rotation. At an angle of 19 degrees, the torque increases by 0.17 N.m to 10.22 N.m at 6000 rpm.

Keywords: squish head, compression, torque.

Abstrak. Penelitian ini yaitu mengarahkan campuran udara dan bahan bakar persis ke puncak titik tengah kubah di kepala silinder. Supaya saat di kompresi mengumpul di satu titik untuk disulut api. Selain itu Squish Head juga menentukan karakter tenaga motor. Terlebih yang sangat menonjol pada tarikan awal jika rasio kompresi semakin padat maka tarikan semakin enteng, begitupun sebaliknya jika kompresi semakin renggang maka tarikan berat dan kebanyakan motor tidak bisa di kontan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan kemiringan sudut squish head 15, 17 dan 19 derajat terhadap kompresi dan torsi. Pada penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen dengan metode kuantitatif, dimana informasi yang bisa dihitung dan diukur yang bersifat faktual karena dalam bentuk angka. Peneliti untuk mendapatkan datanya akan melakukan pengujian menggunakan alat dynotest. Perubahan kemiringan squish head berpengaruh terhadap torsi. Pada kemiringan sudut 15 derajat dihasilkan torsi mencapai 9,91 N.m pada putaran mesin 6000 RPM. Lalu pada kemiringan sudut 17 derajat torsi meningkat sebesar 0,14 N.m menjadi 10,05 N.m pada putaran mesin 6000 RPM. Pada kemiringan sudut 19 derajat torsi meningkat sebesar 0,17 N.m menjadi 10,22 N.m pada putaran mesin 6000 RPM.

Kata kunci: squish head, kompresi, torsi.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi yang semakin cepat mendorong manusia untuk selalu mempelajari ilmu pengetahuan dan teknologi. Sepeda motor, seperti juga mobil dan pesawat maupun kendaraan lainnya, memerlukan daya untuk bergerak melawan hambatan udara, kecepatan melaju, dan hambatan-hambatan lainnya. Untuk memungkinkan sebuah sepeda motor yang kita kendarai bergerak dan melaju di jalan raya. Tenaga sepeda motor tersebut harus mempunyai kemampuan untuk bergerak dan untuk mengendarainya diperlukan mesin. (I Gede Eka Jaya Prastika, 2018)

Sepeda motor 160cc ini setelah hasil uji modifikasi di bandingkan dengan hasil uji standar pabrik. Tenaga sepeda motor saat ini perlu peningkatan performa, oleh karena itu perlu dilakukan eksperimen modifikasi untuk meningkatkan kembali kondisi atau performa dari motor ini. Selain itu letak geografis wilayah Kota Malang yang cenderung memiliki dataran tinggi di bagian selatan tentunya memiliki jalan menanjak yang otomatis memerlukan performa motor yang baik pula, sehingga pengendara nyaman menggunakan kendaraan saat melalui jalan menanjak. (Muhammad Ramli, 2023)

Saat ini ada banyak tuntutan dalam industri otomotif yaitu untuk menghasilkan kendaraan yang mampu menghasilkan performa yang tinggi (high performance), dan juga harus dapat menghemat pemakaian bahan bakar, menjadikan tantangan tersendiri untuk para pabrikan sepeda motor bersaing dalam merancang sepeda motor dengan kemampuan mesin yang lebih bagus lagi. Peningkatan jumlah kendaraan setiap tahun akan berpengaruh pada pasokan bahan bakar. Maka diperlukan berbagai solusi untuk menciptakan kendaraan yang hemat bahan bakar dan lebih responsif, perubahan demi perubahan dilakukan pada komponen-komponen mesin sepeda motor dengan harapan mampu merubah kinerja mesin menjadi lebih baik. (Muhammad Ramli 2023)

Penelitian ini yaitu mengarahkan campuran udara dan bahan bakar persis ke puncak titik tengah kubah di kepala silinder. Supaya saat di kompresi mengumpul di satu titik untuk disulut api. Selain itu *squish head* juga menentukan karakter tenaga motor. Terlebih yang sangat menonjol pada tarikan awal jika rasio kompresi semakin padat maka tarikan semakin enteng, begitupun sebaliknya jika kompresi semakin renggang maka tarikan berat dan kebanyakan motor tidak bisa di kontan. Untuk mengetahui pengaruh perubahan kemiringan sudut *squish head* terhadap kompresi dan torsi pada sepeda motor 160cc. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimen. Selanjutnya teknik analisa data menggunakan ANOVA satu jalur dengan menganalisa data kompresi dan torsi pada sepeda motor 160cc yang menggunakan kemiringan sudut squish head 15° , 17° dan 19° .

2. KAJIAN TEORITIS

Silinder Blok (Blok Cylinder)

Blok silinder (cylinder block) merupakan bentuk dasar dari pada suatu mesin. Blok silinder biasanya terbuat dari *cast iron*, tetapi belakangan ini banyak yang terbuat dari paduan aluminium dengan maksud mengurangi berat serta menambah panas radiasi. Blok silinder dan ruang engkol merupakan bagian utama dari motor bakar. Bagian-bagian lain dari motor dipasang di dalam atau pada blok silinder, sehingga terbentuk susunan motor yang lengkap.

Pada blok silinder ini terdapat lubang silinder yang berdinding halus, dimana torak bergerak bolak-balik dan pada bagian sisi-sisi blok silinder dibuatkan sirip-sirip yang digunakan untuk pendinginan motor. Secara garis besarnya blok silinder berfungsi sebagai berikut:

1. Sebagai kedudukan silinder dan kepala silinder
2. Sebagai rumah mekanisme engkol (poros engkol, connecting rod, piston)
3. Tempat terjadinya proses langkah-langkah pembakaran
4. Didalamnya terdapat silinder yang berfungsi sebagai tempat piston naik turun untuk menghasilkan langkah usaha.

Squish Head

Fungsi Squish adalah sebagai pengarah turbulensi campuran bahan bakar dan udara pada *dome* agar terbakar sempurna. Dan fungsi lainnya adalah sebagai pemampat kompresi motor agar kompresi lebih tinggi. Pada *squish* ada istilah lebar *squish*, sudut *squish*, dan jarak *squish* dengan piston. Yang dimaksud dengan lebar *squish* adalah lebar dari irisan dari bibir silinder *head* sampai bibir *dome*. Sudut *squish* adalah derajat kemiringan *squish* diukur dari rata kepala silinder. Jarak *squish* adalah jarak aman piston dengan *squish*, karena apabila jarak ini tidak diatur dengan baik piston akan berbenturan dengan kepala silinder. Dalam penelitian ini *squish head* di modifikasi menjadi 3 macam kemiringan sudut yakni 15° , 17° dan 19° .

Rasio Kompresi

Rasio kompresi pada mesin pembakaran adalah nilai yang mewakili rasio volume ruang pembakaran dari kapasitas terbesar ke kapasitas terkecil. Ini adalah spesifikasi mendasar bagi hampir semua mesin pembakaran umum. Dalam mesin piston, rasio yang dimaksud adalah rasio antara volume silinder dan ruang bakar ketika piston berada di titik mati bawah dan volume ruang bakar saat piston berada di titik mati atas. Semakin tinggi nilai rasio kompresi akan semakin bagus karena pemampatan campuran bahan bakar dan udara yang semakin kuat akan berdampak:

- Menimbulkan tekanan
- Tenaga mesin lebih besar tapi diikuti juga dengan suhu yang lebih tinggi.

Disinilah fungsi dari oktan yang terkandung dalam BBM. Semakin tinggi nilai oktan, maka bahan bakar semakin susah terbakar. Sebaliknya jika bahan bakar beroktan rendah, maka akan meledak terlebih dahulu karena panas mesin, bukan karena percikan api dari busi.

3. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen dengan memodifikasi kemiringan sudut *squish head* pada sepeda motor 160cc terhadap kompresi dan torsi.

Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu:

1. Sepeda motor 160 cc
2. Silinder *head*
3. Suntikan
4. Aplikasi motor run
5. Busur derajat
6. Water pass

Setting penelitian



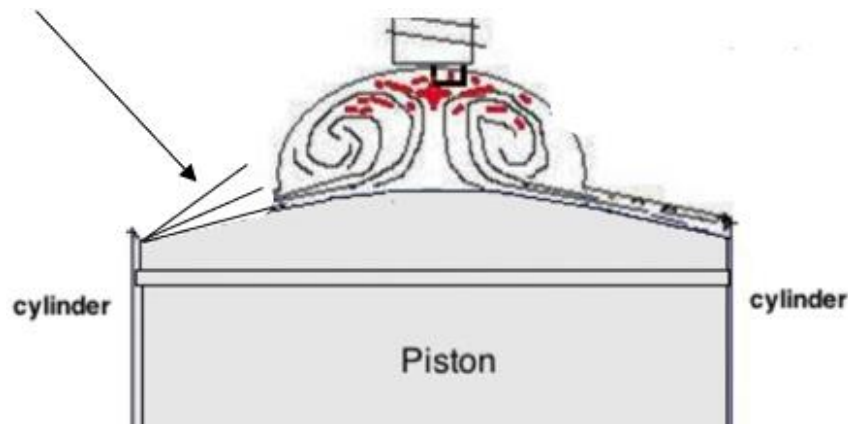
Gambar 1. Setting Peralatan Penelitian

Pengujian ini dilakukan pada instalasi penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar diatas. Pada saat melakukan pengujian *dynotest*, untuk pengujian pertama menggunakan kemiringan sudut 15° . Selanjutnya untuk pengujian kedua menggunakan kemiringan sudut 17° dan pengujian yang terakhir yaitu menggunakan sudut 19° . Pengamatan pada setiap kemiringan sudut dilakukan pembacaan nilai kompresi dan torsi yang dihasilkan.

Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada penelitian ini adalah observasi. Adapun langkah observasi dalam penelitian ini dimulai dari awal adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pembentukan atau pembubutan pada media squish head.
2. Melakukan pengujian supaya bisa mengetahui satu per satu perbedaan nilai kompresi pada squish head yang berbeda.
3. Memulai stater mesin dengan cara engkol sampai titik tengah supaya mengetahui perbedaan hasil dari sudut squish head yang berbeda.



Gambar 2. Kemiringan Sudut *Squish*

Pada gambar diatas adalah ruang kompresi yang nantinya akan dimodifikasi dengan merubah kemiringan sudut squish head seperti panah diatas dengan sudut standart 15° , lalu dilanjutkan dengan kemiringan sudut 17° , dan yang terakhir dengan sudut 19° .

Metode Pengolahan dan Analisis Data

a) Metode pengolahan data

Dalam penelitian ini data dianalisis menggunakan analisis perbandingan dengan analisis data dilakukan setelah pengujian motor yang memakai aplikasi *Motorun* dan *dynotest* sehingga muncul data dan tabel / grafik kompresi statis dan torsi yang akurat dan otomatis.

Pengujian *dynotest* berfungsi untuk mengukur maksimal torsi yang dihasilkan mesin setelah melakukan modifikasi pada kemiringan *squish head*, hasil *dynotest* berupa grafik dan dilakukan beberapa *power run* yang di ambil rata-rata. Dari data tersebut dapat dilihat kenaikan dari awal motor digas sampai titik limiter point, berupa grafik x dan y. Dari grafik pengujian ini dapat dilihat banyak hal seperti:

- a. Torsi Maksimum
- b. Putaran Mesin Maksimum (RPM)

- c. Akselerasi Maksimum
- d. Limiter Point
- e. Jarak Tempuh

b) Analisis Data

Data yang diperoleh dari eksperimen merupakan data mentah yang kemudian di analisis dan dihitung menggunakan anova dan diolah dengan *software minitab*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

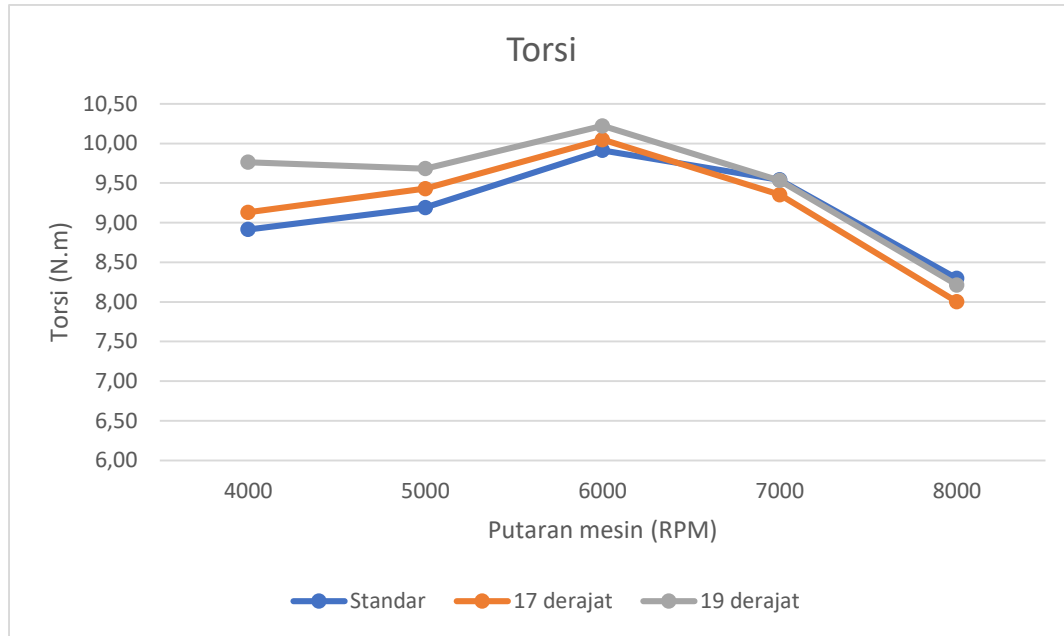
Hasil dari penelitian yang dilakukan menggunakan alat uji *dynotest* pada sepeda motor 160 cc. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besaran kompresi dan torsi yang dihasilkan dengan variasi perubahan kemiringan sudut squish head 15, 17 dan 19 derajat.. Pengambilan data kemudian diperoleh hasil, data diolah dengan variasi putaran mesin mulai 4000 – 8000 RPM dengan interval 1000 RPM.

Tabel 1. Hasil Torsi Dengan Variasi Kemiringan Sudut

Putaran mesin (RPM)	Percobaan	Torsi (N.m)		
		Kemiringan sudut		
		15	17	19
4000	1	9,12	9,2	9,75
	2	9,1	9,2	9,98
	3	9,27	9,1	9,95
	4	9,19	9,1	9,56
	5	7,9	9,06	9,58
	Rata-rata	8,92	9,13	9,76
5000	1	9,47	9,26	10,18
	2	8,46	9,23	9,22
	3	8,78	9,22	9,71
	4	9,97	9,6	9,66
	5	9,28	9,84	9,64
	Rata-rata	9,19	9,43	9,68
6000	1	9,6	10,07	10,05
	2	9,5	10,07	9,85
	3	9,99	10,02	10,26
	4	10,55	10,10	10,58
	5	9,93	9,98	10,37
	Rata-rata	9,91	10,05	10,22
7000	1	9,3	9,43	8,92
	2	9,46	9,65	9,65
	3	9,54	9,41	9,78
	4	9,84	9,31	9,57
	5	9,57	8,97	9,75
	Rata-rata	9,54	9,35	9,53
8000	1	7,98	8,2	8,07
	2	8,14	8,26	8,17
	3	8,3	8,11	8,66
	4	8,66	7,86	7,94
	5	8,4	7,58	8,23
	Rata-rata	8,30	8,00	8,21

Pembahasan

Pengujian torsi sepeda motor 160 cc dengan variasi sudut kemiringan 15, 17, 19 derajat. Percobaan ini dilakukan lima kali untuk masing-masing variabel perlakuan, menghasilkan nilai rata-rata yang digunakan untuk data penelitian.



Gambar 3. Grafik Hubungan Torsi Terhadap Kemiringan Sudut 15, 17 dan 19 Derajat

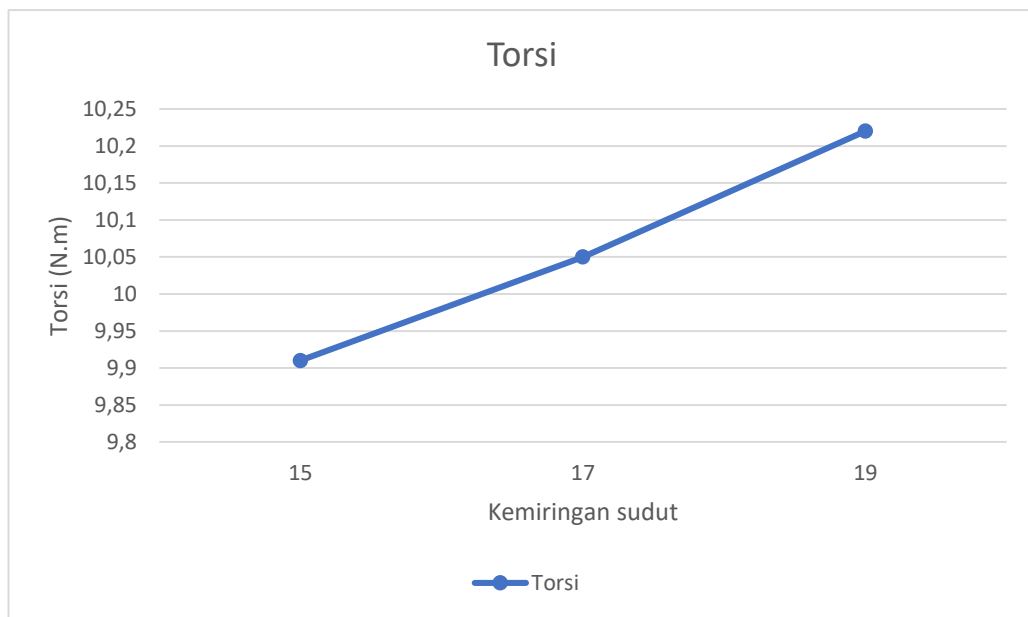
Pada gambar 3 dapat diketahui bahwa pada putaran mesin 4000 RPM, kemiringan sudut standar mendapatkan hasil sebesar 8,92 N.m, sedangkan kemiringan sudut 17 derajat mendapatkan hasil sebesar 9,13 N.m dan kemiringan sudut 19 derajat mendapatkan hasil sebesar 9,76 N.m. Pada putaran mesin 5000 RPM, kemiringan sudut standar mendapatkan hasil sebesar 9,19 N.m, sedangkan kemiringan sudut 17 derajat mendapatkan hasil sebesar 9,43 N.m dan kemiringan sudut 19 derajat mendapatkan hasil sebesar 9,68 N.m. Pada putaran mesin 6000 RPM, kemiringan sudut standar mendapatkan hasil sebesar 9,91 N.m, sedangkan kemiringan sudut 17 derajat mendapatkan hasil sebesar 10,05 N.m dan kemiringan sudut 19 derajat mendapatkan hasil sebesar 10,22 N.m. Pada putaran mesin 7000 RPM, kemiringan sudut standar mendapatkan hasil sebesar 9,54 N.m, sedangkan kemiringan sudut 17 derajat mendapatkan hasil sebesar 9,35 N.m dan kemiringan sudut 19 derajat mendapatkan hasil sebesar 9,53 N.m. Pada putaran mesin 8000 RPM, kemiringan sudut standar mendapatkan hasil sebesar 8,30 N.m, sedangkan kemiringan sudut 17 derajat mendapatkan hasil sebesar 8 N.m dan kemiringan sudut 19 derajat mendapatkan hasil sebesar 8,21 N.m.

1. Hasil Rata-rata Torsi Maksimal Dengan Kemiringan Sudut 15, 17 dan 19 Derajat

Tabel 2. Hasil Rata-rata Torsi Maksimal Dengan Kemiringan Sudut 15, 17 dan 19 Derajat

Kemiringan sudut	Torsi (N.m)
15	9,91
17	10,05
19	10,22

Berdasarkan data hasil rata-rata pada tabel diatas, maka diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik Hubungan Torsi Maksimal Terhadap Kemiringan Sudut 15, 17 dan 19 Derajat

Pada gambar 4 dapat diketahui bahwa pada kemiringan sudut 15 derajat dihasilkan torsi mencapai 9,91 N.m pada putaran mesin 6000 RPM. Lalu pada kemiringan sudut 17 derajat dihasilkan torsi mencapai 10,05 N.m pada putaran mesin 6000 RPM. Pada kemiringan sudut 19 derajat dihasilkan torsi mencapai 10,22 N.m pada putaran mesin 6000 RPM.

2. Rasio Kompresi

Tabel 3. Hasil Rasio Kompresi Dengan Kemiringan Sudut 15, 17 dan 19 Derajat

Sudut <i>squish</i>	Volume TMA (ml)	Volume silinder (cc)	Volume ulir busi (ml)	Rasio kompresi
15	20	156	0,8	9 : 1
17	19,8	156	0,8	9,2 : 1
19	19,2	156	0,8	9,5 : 1

Tabel 3 diatas sudut squish 15 derajat menghasilkan volume TMA 20 ml dan mendapatkan rasio kompresi sebesar 9:1. Pada sudut squish 17 derajat menghasilkan volume TMA 19,8 ml dan mendapatkan rasio kompresi sebesar 9,2:1. Pada sudut squish 19 derajat menghasilkan volume TMA 19,2 ml dan mendapatkan rasio kompresi sebesar 9,5:1.

Analisis Hasil Pengujian

a. Analisis Hasil Pengolahan Data Torsi

Gambar 3 merupakan gambar grafik hubungan torsi terhadap perubahan kemiringan sudut. Pada gambar grafik tersebut sumbu X merupakan putaran mesin dalam satuan RPM dan sumbu Y merupakan torsi dalam satuan N.m. Karena jumlah variabel yang cukup banyak memungkinkan grafik menjadi tertimbun dan sulit untuk membacanya. Pada grafik tersebut torsi mengalami peningkatan pada perubahan kemiringan sudut 15, 17 dan 19 derajat.

Pada putaran mesin 4000 RPM, kemiringan sudut standar mendapatkan hasil sebesar 8,92 N.m, sedangkan kemiringan sudut 17 derajat mendapatkan hasil sebesar 9,13 N.m dan kemiringan sudut 19 derajat mendapatkan hasil sebesar 9,76 N.m. Pada putaran mesin 5000 RPM, kemiringan sudut standar mendapatkan hasil sebesar 9,19 N.m, sedangkan kemiringan sudut 17 derajat mendapatkan hasil sebesar 9,43 N.m dan kemiringan sudut 19 derajat mendapatkan hasil sebesar 9,68 N.m. Pada putaran mesin 6000 RPM, kemiringan sudut standar mendapatkan hasil sebesar 9,91 N.m, sedangkan kemiringan sudut 17 derajat mendapatkan hasil sebesar 10,05 N.m dan kemiringan sudut 19 derajat mendapatkan hasil sebesar 10,22 N.m. Pada putaran mesin 7000 RPM, kemiringan sudut standar mendapatkan hasil sebesar 9,54 N.m, sedangkan kemiringan sudut 17 derajat mendapatkan hasil sebesar 9,35 N.m dan kemiringan sudut 19 derajat mendapatkan hasil sebesar 9,53 N.m. Pada putaran mesin 8000 RPM, kemiringan sudut standar mendapatkan hasil sebesar 8,30 N.m, sedangkan kemiringan sudut 17 derajat

mendapatkan hasil sebesar 8 N.m dan kemiringan sudut 19 derajat mendapatkan hasil sebesar 8,21 N.m.

Dari analisis diatas pengolahan data torsi tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai torsi maksimum yang dihasilkan ada pada perubahan kemiringan sudut 19 derajat sebesar 10,22 N.m pada putaran mesin 6000 RPM.

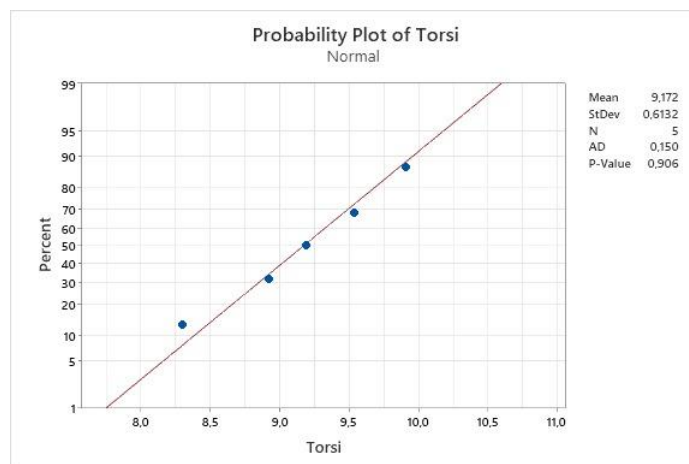
b. Analisis Rasio Kompresi dan Torsi Maksimal

Berdasarkan data grafik 4 diatas torsi maksimal yang dihasilkan dari proses pengujian mengalami perubahan. Dimana dapat memengaruhi torsi pada sepeda motor 160 cc. Pada kemiringan sudut 15 derajat dihasilkan torsi mencapai 9,91 N.m pada putaran mesin 6000 RPM. Lalu pada kemiringan sudut 17 derajat dihasilkan torsi mencapai 10,05 N.m pada putaran mesin 6000 RPM. Pada kemiringan sudut 19 derajat dihasilkan torsi mencapai 10,22 N.m pada putaran mesin 6000 RPM.

Uji Normalitas

Dari data penelitian maka dilakukan uji normalitas dengan menggunakan software Minitab Statistical 19. Uji Normalitas dilakukan untuk mengetahui data berdistribusi secara normal, hal ini merupakan syarat bahwa data penelitian memenuhi syarat statistik. berikut adalah hasil uji normalisasi:

1. Torsi 15 Derajat



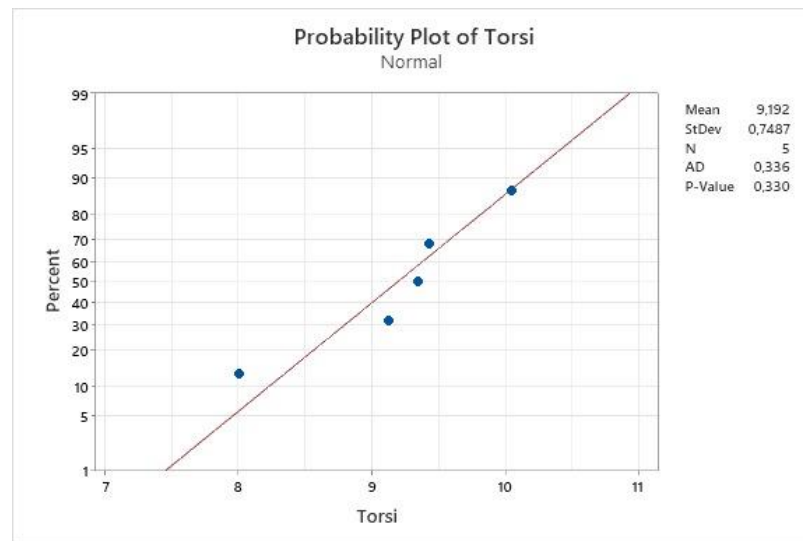
Gambar 5. Grafik Normalitas Torsi 15 Derajat

Pada gambar 5 dibawah grafik uji normalitas torsi dengan kemiringan sudut 15 derajat menunjukkan data yang berdistribusi secara normal. Hal ini dapat diamati melalui titik-titik grafik yang mendekati garis normal. Selain itu nilai P-Value uji

normalitas berada diatas >0.05 yaitu 0.906 yang dimana data penelitian memenuhi syarat statistik yang berdistribusi secara normal.

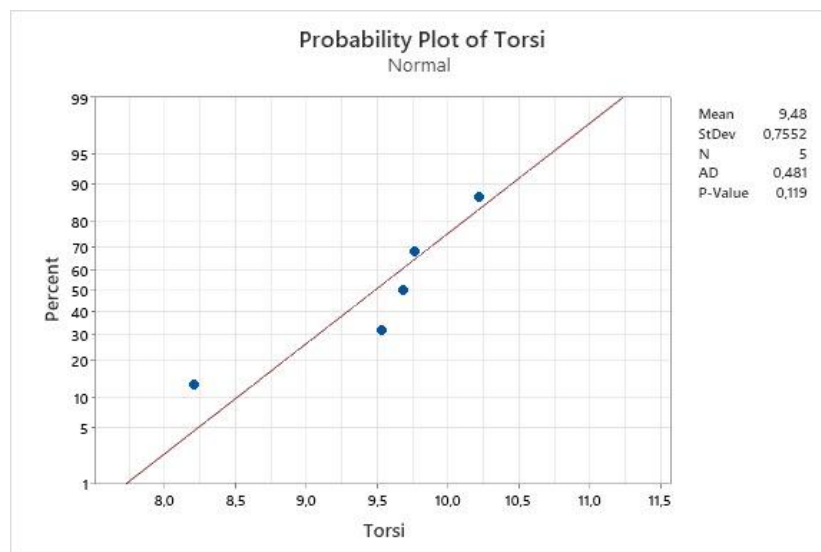
2. Torsi 17 Derajat

Pada gambar 6 dibawah grafik uji normalitas torsi dengan kemiringan sudut 17 derajat menunjukkan data yang berdistribusi secara normal. Hal ini dapat diamati melalui titik-titik grafik yang mendekati garis normal. Selain itu nilai *P-Value* uji normalitas berada diatas >0.05 yaitu 0.330 yang dimana data penelitian memenuhi syarat statistik yang berdistribusi secara normal.



Gambar 6. Grafik Normalitas Torsi 17 Derajat

3. Torsi 19 Derajat



Gambar 7. Grafik Normalitas Torsi 19 Derajat

Pada gambar 7 dibawah grafik uji normalitas torsi dengan kemiringan sudut 15 derajat menunjukkan data yang berdistribusi secara normal. Hal ini dapat diamati melalui titik-titik grafik yang mendekati garis normal. Selain itu nilai P-Value uji normalitas berada diatas >0.05 yaitu 0.119 yang dimana data penelitian memenuhi syarat statistik yang berdistribusi secara normal.

5. SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan dijelaskan pada bab sebelumnya, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan kemiringan squish head berpengaruh terhadap torsi. Pada kemiringan sudut 15 derajat dihasilkan torsi mencapai 9,91 N.m pada putaran mesin 6000 RPM. Lalu pada kemiringan sudut 17 derajat torsi meningkat sebesar 0,14 N.m menjadi 10,05 N.m pada putaran mesin 6000 RPM. Pada kemiringan sudut 19 derajat torsi meningkat sebesar 0,17 N.m menjadi 10,22 N.m pada putaran mesin 6000 RPM.
2. Terdapat perubahan torsi maksimum setelah melakukan perubahan kemiringan sudut squish head pada sepeda motor 160 cc. Dimana torsi maksimum yang dihasilkan pada kemiringan sudut 19 derajat dengan nilai 10,22 N.m pada putaran mesin 6000 RPM.
3. Terdapat perbedaan rasio kompresi tertinggi dari modifikasi kemiringan sudut squish head pada sepeda motor 160 cc. Pada squish head standart dengan kemiringan 15 derajat, 17 derajat, dan 19 derajat meningkatkan kompresi dari yang mula 9 : 1 menjadi 9,5 : 1.

6. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya antara lain sebagai berikut:

1. Lakukan pengujian daya dan torsi dengan variasi kemiringan sudut squish head terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar spesifik.
2. Menggunakan silinder head DOHC.
3. Memastikan sepeda motor yang akan dilakukan penelitian dalam kondisi dengan normal.

DAFTAR REFERENSI

- Fathi, A., & Sharaf, S. (2018). Effect of cylinder head squish design on engine performance and emissions. *Journal of Engine Research and Development*, 12(2), 153-164.
- Hidayat, H., & Putra, R. M. (2015). Analysis of compression ratio and squish design on motorcycle engine performance. *Jurnal Teknik Mesin dan Otomotif*, 11(3), 77-85.
- Jang, J. H., & Lee, H. S. (2020). Optimization of squish geometry for enhanced engine efficiency. *International Journal of Mechanical Engineering and Applications*, 8(4), 22-29.
- Kumar, S., & Singh, R. (2019). Impact of cylinder head modification on torque and power output of 4-stroke engines. *SAE Technical Paper Series*, 2019-01-1423.
- Peters, M. A., & Cook, A. L. (2021). The effect of squish area and compression ratio on engine performance. *Journal of Automotive Technology and Management*, 23(1), 45-56.
- Prastika, I. G. E. J., Wigraha, N. A., & Nugraha, I. N. P. (2018). Pengaruh perubahan bentuk squish (sudut kepala silinder) terhadap torsi dan daya pada sepeda motor konvensional. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha*, 3(November).
- Ryanto, N. A., Agus, N., Wigraha, N. A., Dantes, & Rihendra, K. (2018). Pengaruh pemotongan permukaan penutup ruang bakar pada kepala silinder terhadap daya dan torsi pada motor Jupiter Z. *Universitas Pendidikan Ganesha*.
- Sudarsono, S. (2011). Analisis perubahan volume pada cylinder head dan tinggi lubang exhaust terhadap kenaikan daya sepeda motor 2 langkah. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 4(1), 1-10. ISSN: 1979-8415.
- Wahana Ilmuwan. (2016). Pengaruh perubahan celah katup hisap dan katup buang terhadap performance motor Jupiter Z 2004 menggunakan bahan bakar biopremium E10. *Wahana Ilmuwan*, 1(1).
- Yoshida, M., & Kanno, S. (2018). Effects of squish geometry and compression ratio on engine efficiency. *International Journal of Engine Research*, 19(6), 905-917.
- Zhang, Y., & Chen, H. (2022). Analysis of squish area influence on engine torque and power. *Proceedings of the ASME Internal Combustion Engine Division*, 6(1), 137-146.