

KORELASI ANGKA OKTAN DAN NILAI KALOR BENSIN

Oleh :

Arluky Novandy^{*)}

Pusat Pendidikan dan Pelatihan Minyak dan Gas Bumi (Pusdiklat Migas) adalah lembaga pemerintah yang bergerak dalam bidang peningkatan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) khususnya di bidang migas. Pengembangan yang dilakukan tidak terbatas hanya untuk para profesional keteknikan di bidang teknologi migas, namun juga pengembangan SDM bagi aparat pemerintah baik pusat maupun daerah. Beberapa mata diklat yang ada yang saat ini masih diminati oleh para aparat pemerintah baik pusat maupun daerah adalah yang terkait dengan BBM, baik dari segi teknologi pengolahan, karakteristik BBM, distribusi BBM, serta yang terkait dengan kebijakan. Sedangkan judul diklat yang memuat mata diklat-mata diklat tentang BBM adalah Introduksi Migas, Pengawasan Suplai dan Distribusi BBM dan Pelumas, Pengawasan SPBU, Pengendalian Mutu BBM dan lain lain. Tentunya dari beberapa mata diklat tersebut seringkali terlontar adanya beberapa pertanyaan dari peserta diklat yang terkait dengan opini yang dibangun oleh beberapa pegusaha SPBU yang ada di Indonesia. Ada sebagian SPBU dimana dalam usaha memasarkan dagangannya, yaitu BBM Non Subsidi, mencantumkan nilai kalori yang dimilikinya jauh lebih tinggi dari BBM Bensin pada umumnya dengan angka oktan yang sama. Merujuk pada beberapa literatur yang ada menyatakan bahwa tidak ada keterkaitan antara angka oktan bensin dengan nilai kalori yang dikandungnya. Nilai Kalori dari suatu bahan bakar ditentukan berdasarkan adanya kandungan sulfur, air, densitas dan kandungan abu dari suatu bahan bakar. Sehingga menurut literatur yang ada tersebut, kenaikan angka oktan tidak mempengaruhi nilai kalori dari bensin, begitu pula sebaliknya. Disamping itu, dikatakan pula bahwa keberadaan bensin yang beredar di Indonesia saat ini adalah bensin yang harus sesuai dengan keputusan Ditjend Migas No. 3674 K/24/DJM/2006. Sehingga jika spesifikasi BBM jenis Bensin ini telah ditetapkan maka secara logika kandungan nilai kalori dari setiap bensin yang beredar di Indonesia ini adalah sama. Hal ini disebabkan karena kandungan sulfur, dan densitas dari bensin yang beredar di Indonesia adalah sama sesuai dengan keputusan dari Ditjend Migas. Percobaan kali ini bermaksud ingin membuktikan bahwa tidak ada keterkaitan antara nilai kalori bensin dengan angka oktan, dan kandungan nilai kalori dari bensin yang sesuai dengan keputusan Ditjend Migas adalah rata-rata sama (tidak jauh berbeda). Hasil percobaan nilai kalori dengan menggunakan metode uji ASTM D 250 untuk setiap merk bensin yang di uji coba menunjukkan bahwa tidak ada keterkaitan antara nilai kalori dengan angka oktan bensin, dan nilai kalori dari beberapa merk bensin yang beredar di Indonesia rata rata sama (tidak berbeda secara signifikan).

I. Pendahuluan

Laboratorium Minyak Bumi dan Kimia adalah salah satu bagian dari Laboratorium Ilmu Dasar dan Pengujian yang dimiliki oleh Pusdiklat Migas. Sebagai sarana pendidikan dan pelatihan, Laboratorium Minyak Bumi dan Kimia selalu di manfaatkan sebagai tempat pelaksanaan praktikum, baik praktikum dari mahasiswa luar maupun sebagai sarana

praktikum bagi peserta diklat, khususnya diklat di bidang minyak dan gas bumi untuk Program Diklat Aparatur Negara. Disamping Laboratorium Minyak Bumi dan Kimia sebagai sarana praktikum untuk Pendidikan dan Pelatihan Bidang Minyak dan Gas Bumi di Pusdiklat Migas, Laboratorium Minyak Bumi dan Kimia juga memberikan jasa teknologi yaitu jasa pengujian BBM dan Non BBM. Berkaitan dengan isu yang berkembang saat ini,

yaitu pemanfaatan Bahan Bakar Minyak (BBM) subsidi dan non subsidi oleh masyarakat, maka kami mencoba untuk melakukan Percobaan mengenai korelasi antara angka oktan dengan nilai kalor dari berbagai jenis bahan bakar komersil yang digunakan oleh masyarakat. Dengan adanya kegiatan Percobaan ini, diharapkan dapat memberikan informasi yang lengkap terhadap para instruktur di internal Pusdiklat Migas serta masyarakat umum, agar bisa mengelola penggunaan BBM sesuai spesifikasi mesin, dan juga memberikan informasi secara bijak ke masyarakat luas.

I.1. Latar Belakang Percobaan

Dalam pemberian materi diklat, khususnya untuk diklat – diklat aparatur yang terkait dengan BBM selalu dimunculkan pertanyaan tentang kaitan antara Angka Oktan dan Nilai Kalor BBM jenis Bensin. Pertanyaan ini seringkali membuat para pengajar dan instruktur menjadi ragu-ragu dalam menjawab dikarenakan belum adanya data-data riil percobaan tentang permasalahan tersebut, meskipun telah ditunjang beberapa pernyataan yang terdapat di sejumlah literatur yang ada.

Pertanyaan dari peserta tentang adanya keterkaitan antara Angka Oktan dan Nilai kalor jenis BBM Bensin ini dipicu dengan adanya sejumlah SPBU yang mencantumkan statement bahwa nilai kalor yang dimiliki oleh SPBU tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan dengan SPBU lainnya meskipun bensinnya memiliki angka oktan yang sama.

I.2 Manfaat Percobaan

Adapun manfaat dari Percobaan Korelasi Angka Oktan terhadap Nilai Kalor Bensin di Laboratorium adalah memberikan tambahan pengetahuan untuk para instruktur dalam melakukan proses *Transfer Knowledge* sehingga instruktur memiliki kepercayaan diri yang tinggi dalam menjelaskan secara ilmiah tentang materi karakteristik BBM jenis Bensin.

I.3 Tujuan Percobaan

Adapun tujuan Percobaan Korelasi Angka Oktan Bensin terhadap Nilai Kalor di Laboratorium adalah :

1. Membuktikan ada atau tidak ada suatu korelasi yang kuat antara Nilai Kalor dan Angka Oktan Bensin.
2. Membuktikan ada atau tidak ada perbedaan nilai kalori dari beberapa jenis Bensin yang memiliki angka oktan yang sama.

I.4 Batasan Masalah

Adapun Percobaan ini dibatasi pada permasalahan :

1. sample yang digunakan adalah sample bensin dengan Oktan Number 88, 91 dan 95 yang didapatkan di SPBU
2. analisis yang dilakukan hanya analisis nilai kalor dengan menggunakan metode ASTM D 250
3. angka oktan bensin tidak dianalisa karena di asumsi sesuai dengan spesifikasi Ditjend Migas

I.5 Metoda Percobaan

Metode serta langkah-langkah dalam pelaksanaan percobaan ini adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan Data Awal
 - 1.1 Percobaan diawali dengan pengumpulan data-data awal melalui studi literatur yang terkait dengan nilai kalor dan angka oktan bensin sebagai bahan pendukung dari percobaan ini.
 - 1.2 Analisa awal yang diperlukan untuk mengetahui sifat fisik utama bensin, yaitu Distilasi ASTM D 86
2. Pengambilan data-data percobaan
Pengambilan data-data Percobaan didasarkan atas tabulasi berikut ini :

Nama Bensin	Jml pengambilan data
TOTAL PERFORMANCE	10
SHELL SUPER	10
PERTAMAX	10
PREMIUM	10
	Total data = 40

3. Pengolahan data-data Percobaan
Data-data Percobaan diolah dengan menggunakan statistika untuk mengetahui ada atau tidak adanya hubungan yang kuat antara nilai kalor dan angka oktan bensin, serta ada atau tidak adanya perbedaan nilai kalori dari Bensin yang memiliki angka oktan yang sama.
4. Analisa dan pembahasan
Analisa dan pembahasan akan menentukan :
 - 4.1 ada atau tidak adanya hubungan yang kuat antara nilai kalor dan angka oktan bensin.
 - 4.2 ada atau tidak adanya perbedaan nilai kalori dari Bensin yang memiliki angka oktan yang sama.
- 5 Kesimpulan
Kesimpulan merupakan pengambilan keputusan dari rangkaian Percobaan, yang mana kesimpulan tersebut mengarah kepada simpulan tentang korelasi antara angka oktan dan nilai kalor bensin.

II. Dasar Teori Karakteristik Gasoline

Sifat Mutu Pembakaran (*ignition quality*)

Gasoline dapat memberikan kerja mesin yang memuaskan apabila dapat menghasilkan pembakaran sempurna dalam ruang bakar. Pembakaran yang sempurna dapat dilakukan dengan mengupayakan agar perbandingan campuran bahan bakar dan udara seimbang dengan percikan api busi, merambat dengan merata ke ruang bakar secara serentak. Bila hal

ini dipenuhi, maka tidak akan terjadi ketukan (*knocking*) di dalam mesin.

Ketukan (*knocking*)

Knocking, seringkali disebut dengan detonasi atau ketukan atau nglitik, atau pinging adalah bunyi yang dihasilkan akibat dari pembakaran bahan bakar diruang bakar yang terjadi secara tidak normal (pembakaran abnormal). Bahan bakar yang terbakar di ruang bakar ini terbakar sendiri (*autoignition atau spark knock*) secara cepat. Hal ini disebabkan karena bahan bakar mengalami oksidasi sehingga menyala sendiri sebelum terjadinya spark ignition (penyalan busi). Knocking ini timbul karena terjadi banyak *spot ignition* diatas piston. Beberapa spot ignition tersebut menyala secara tidak seragam. Karena piston mempunyai gap dengan dinding silinder, maka piston akan bergetar memukul dinding silinder. Getaran inilah yang menghasilkan bunyi knocking. Bila celah gap antara dinding dilinder dengan piston semakin lebar, bunyi knocking yang terdeteksi akan semakin besar amplitudonya. Bila gap ini kecil, maka bunyi knocking yang terdeteksi akan semakin kecil, hal inilah yang membahayakan kondisi mesin. Karena bila knocking yang muncul tidak terdeteksi, maka bisa berakibat fatal pada mesin. Beberapa penyebab terjadinya knocking padaSI (Spark Ignition) Engine adalah :

1. angka octan yang dipersyaratkan oleh mesin tidak dipenuhi. Angka octan bahan bakar yang digunakan dibawah angka octan yang dipersyaratkan.
2. reaksi pembakaran bahan bakar diruang mesin terjadi terlalu cepat. Hal ini bisa disebabkan karena :

- a. tidak tepatnya rasio udara-bahan bakar yang masuk ke ruang bakar
- b. temperatur dan tekanan di ruang pembakaran terlalu tinggi (Paull W. Gill, "Fundamentals of Internal Combustion Engine", 4th edition, 1954, US Naval Academy Annapolis, Maryland, USA, Hal : 8-10). Akibat temperatur dan tekanan yang tinggi di ruang bakar, maka beberapa komponen hidrokarbon yang tidak stabil yang terdapat di dalam bahan bakar akan mengalami oksidasi lebih dahulu, seperti olefin yang bereaksi lebih dahulu dengan oksigen.
3. komposisi hidrokarbon dari gasoline yang menyebabkan gasoline lebih mudah mengalami oksidasi, misal : banyaknya hidrokarbon tak jenuh seperti olefin yang bersifat tidak stabil dan banyaknya hidrokarbon berat yang mengkontaminasi gasoline sehingga tidak terjadi pembakaran sempurna didalam mesin yang di desain untuk bahan bakar gasoline.
4. posisi peletakan busi.

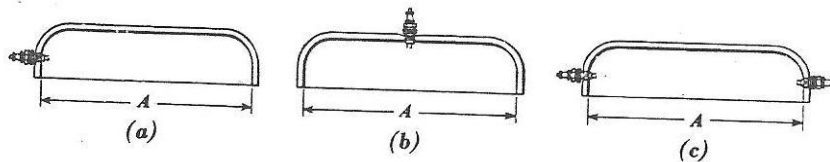


Fig. 9-6. Relation of knock to spark-plug location.

Pada posisi busi yang gambar a :

Nyala api akan menempuh jarak sepanjang A bila semua ruang bakar harus terbakar sempurna, sehingga diperlukan waktu yang lama untuk membakar uap hidrokarbon yang ada didaerah ruang bakar. Karena waktu yang diperlukan lama maka ada kemungkinan peningkatan suhu diruang bakar sehingga akan terjadi autoignition.

Pada posisi busi yang gambar b :

Nyala api akan menempuh jarak separuh dari panjang A bila semua ruang bakar harus terbakar sempurna, sehingga diperlukan waktu yang tidak terlalu lama bila dibandingkan dengan posisi busi seperti pada gambar a.

Pada posisi busi yang gambar c :

Nyala api akan menempuh jarak yang sama efeknya dengan posisi busi seperti pada gambar b.

Posisi peletakan busi tersebut sangat penting, agar *burning time* bahan bakar

lebih sempurna, beberapa teknologi ini berkembang pesat, misalnya penggunaan *dual spark plug* pada sebuah ruang bakar. Bahkan terdapat teknologi dengan *triple spark plug* dalam sebuah ruang bakar yang diposisikan secara geometris sedemikian rupa, dan *spark timing* diatur oleh komputer.

5. Waktu penyalaan busi yang terlalu cepat

Ketika busi terlalu cepat menyala, gas yang terbakar dikompres seiring dengan naiknya piston sehingga menyebabkan naiknya temperatur. Kenaikan temperatur yang mendadak ini menyebabkan bahan bakar mudah mengalami oksidasi. Oksidasi ini berupa banyaknya hot spot ignition yang akan membuat piston bergetar sehingga menimbulkan bunyi knocking.

Akibat terjadinya knocking yang lama maka akan menyebabkan :

1. loss power
2. pemakaian bahan bakar menjadi boros.

3. sebagian material mesin mengalami overheating, seperti valve exhaust
4. Masih terdapat sisa bahan bakar yang belum habis terbakar yang terjebak pada *silincer exhaust*, sehingga karena panas, kadang akan membuat ledakan pada sistem *exhaust* ini.
5. kerusakan mesin yang mengakibatkan kegagalan fungsi mesin sehingga mesin mati. Misalnya ring piston aus, kepala piston retak, dinding silinder pecah, head silinder retak, dan lain-lain.

Terjadinya ketukan pada mesin yang disebabkan karena kurang terpenuhinya angka oktanditandai dengan terjadinya reaksi berantai dari senyawa peroksida. Untuk meniadakan reaksi berantai ini maka ke dalam gasoline ditambahkan additive anti ketukan (*anti knocking additive*) berupa oksigenat, seperti : MTBE, ETBE, dan TAME.

Oksigenate – oksigenate tersebut dapat meningkatkan angka oktan gasoline karena oksigenate memiliki kandungan oksigen yang tinggi. Seperti telah diketahui bahwa supaya terjadi pembakaran sempurna diperlukan adanya oksigen yang cukup sehingga diharapkan bahan bakar dapat terbakar habis secara stoichiometry pembakaran di ruang bakar.

Untuk masing-masing jenis gasoline mempunyai spesifikasi angka oktana yang berbeda-beda tergantung keperluannya. Angka oktana ditentukan dengan uji standar dengan mesin CFR (*Cooperative Fuel Research*) menurut standar ASTM D 2699. Semakin tinggi angka oktana, gasoline mempunyai kualitas pembakaran yang lebih baik dan bisa digunakan pada mesin dengan perbandingan kompresio rasio yang lebih tinggi.

Pengujian Angka Oktana Riset, ASTMD 2699

Angka oktana adalah ukuran kemampuan bahan bakar gasoline untuk tidak mengakibatkan terjadinya ketukan di dalam ruang bakar

mesin. Bahan bakar yang angka oktanya tidak cukup dikatakan bahwa bahan bakar itu mutunya jelek, karena dapat mengakibatkan terjadinya ketukan, sehingga dapat merusak mesin.

Untuk menaikkan angka oktana, ke dalam gasoline diberikan aditif yaitu senyawa-senyawa oksigenat, misalnya MTBE, ETBE atau TAME, atau dicampur (blending) dengan produk lain yang beroktana tinggi.

Arti Penting

Arti penting dari pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya nilai angka oktana riset (RON) dari suatu bahan bakar yang digunakan untuk motor dua langkah maupun empat langkah.

Interpretasi

Nilai angka oktana riset (RON) dari bahan bakar gasoline yang diuji tergantung dari jenis gasoline itu. Batasan yang tercantum pada spesifikasi adalah batasan minimum. Bila kurang dari batas minimumnya, maka menyebabkan terjadinya ketukan pada mesin sehingga mengakibatkan terbakarnya bahan bakar sebelum terjadinya penyalaan busi. Bila lebih jauh lebih tinggi dari batas minimumnya maka tidak terjadi ketukan pada mesin namun biaya produksinya mahal sehingga kurang ekonomis.

RON, MON, AKI, dan RdON

Performa anti knock dari mesin bensin sangatlah penting untuk kenyamanan berkendara (driveability). Octane number (angka oktan) adalah suatu parameter performa anti knock dari bahan bakar gasoline (kemampuan bahan bakar untuk tidak mengalami knocking di ruang bakar). Ada dua metode uji dalam menentukan oktan number gasoline, yakni research octane number (RON) yang menggunakan metode uji ASTM D 2699 dan motor octane number (MON) yang menggunakan metode uji ASTM D 2700. Ada juga yang menggunakan uji dengan sistem on line yang mana disebut dengan On Line

Comparitor Engine Method ASTM D 2885. Tetapi di Indonesia yang dikenal adalah dua metode uji tersebut yaitu ASTM D 2699 dan ASTM D 2700.

Uji RON dan MON menggunakan dua bahan bakar reference utama yaitu normal heptane (n-heptane) dan iso octane (2,2,4 trimethyl pentane), yang mana untuk bahan bakar reference n-heptane ini memiliki angka octane 0 (nol) dan iso octane ini memiliki angka octane 100. Dua bahan bakar reference ini digunakan sebagai pembanding dari bahan bakar yang ingin diketahui angka oktannya.

Bahan bakar yang ingin diketahui angka oktannya, diuji di mesin CFR (cooperative fuels research) F1 jika diinginkan untuk mengetahui angka RON nya, dan diuji di mesin CFR F2 jika diinginkan untuk mengetahui angka MON nya. Dimana di kedua mesin uji ini bahan bakar yang diuji dibandingkan dengan dua bahan bakar reference tersebut diatas. Misalnya, bahan bakar yang ingin diketahui angka RON nya

diperkirakan memiliki angka oktan 88, maka dua bahan bakar reference yang digunakan di mesin uji CFR F1 tersebut di blending terlebih dahulu dengan perbandingan tertentu supaya menghasilkan bakar reference dengan angka oktan 88. Perbandingan dua bahan bakar reference tersebut untuk menghasilkan angka oktan 88 adalah sebagai berikut : 88% vol iso octane + 12% vol n-heptane. Kemudian bahan bakar reference yang telah di blending tersebut akan dengan pasti menghasilkan angka oktan 88 dan kemudian digunakan sebagai pembanding dari bahan bakar yang ingin diketahui RON nya di mesin CFR F1. Hal yang sama juga dilakukan untuk bahan bakar yang ingin diketahui angka MON nya, hanya saja dalam pengoperasian uji RON dan MON ada perbedaan yang diatur di ASTM D 2699 (untuk uji RON) dan ASTM D 2700 (untuk uji MON). Adapun perbedaan kondisi operasi mesin uji CFR F1 (untuk uji RON) dan mesin CFR F2 (untuk uji MON) adalah sebagai berikut :

TABLE 4—ASTM research and motor octane number test conditions.

Test Method	ASTM D 2700 MON	ASTM D 2699 RON
Engine	Cooperative Fuels Research (CFR)	Cooperative Fuels Research (CFR)
Engine Speed	900 RPM	600 RPM
Intake Air Temperature	38°C	Variable with Barometric P. 88 kPa at 19.4°C, 101.6 kPa at 52.2°C (Temperature Tuned with Toluene Standardization Fuel \pm 22C from IAT)
Intake Air Humidity	3.56–7.12 g H ₂ O/kg dry air	3.56–7.12 g H ₂ O/kg dry air
Intake Mixture Temperature	149°C (Temperature Tuned with Toluene Standardization Fuel 141–163°C)	Not Specified
Coolant Temperature	100°C	100°C
Oil Temperature	57°C	57°C
Ignition Advance	Variable with Comp. Ratio 14–26 degrees BTDC	13 degrees BTDC (fixed)
Carburetor Venturi	14.3 mm	Variable with Altitude 14.3 mm at 0–500 m

Uji RON diperlukan untuk memberikan suatu gambaran tentang akselerasi rendah dari suatu kendaraan, beban tinggi dan knocking pada suhu medium, sedangkan MON menggambarkan kendaraan saat berakselerasi tinggi, beban tinggi dan knocking pada temperatur tinggi. Perbedaan hasil uji RON

dan MON ini biasanya disebut dengan *sensitivity gasoline*.

Sensitivity gasoline ini bergantung dari komposisi gasoline itu sendiri. RON dan MON dari parafin dan iso parafin adalah hampir sama. Semakin tinggi iso parafin (low aromatic, low olefin) maka cenderung sensitivity nya semakin rendah. Aromatik

memiliki sensitivity menengah, sedangkan olefin memiliki sensitivity tinggi. Jadi jika gasoline yang berasal dari catalytic cracking (tinggi olefin) akan memiliki sensitivity tinggi (RON – MON = 14).

Dikarenakan RON dan MON ini menggunakan mesin standard CFR yang menggunakan satu silinder dan untuk keperluan uji di laboratorium, maka hasil uji RON dan MON ini tidaklah sepenuhnya bisa memprediksi performa anti knock mesin dengan silinder banyak. Untuk uji knocking mesin bersilinder banyak digunakan prosedur *Modified Uniontown Procedure, CRC Designation F-28* dan hasil uji prosedur ini disebut dengan RdON (Road Octane Number). Tetapi harga RdON ini bisa juga diprediksi dari MON dan RON, dengan mengikuti persamaan berikut :

$$\text{RdON} = a(\text{RON}) + b(\text{MON}) + c$$

Untuk menghasilkan harga RdON yang bagus, maka harga a dianggap sama dengan harga b yaitu 0,5, sedangkan harga c dianggap 0 (nol), sehingga persamaan diatas menjadi $(\text{RON} + \text{MON})/2$ yang mana hasil perhitungannya disebut dengan AKI (*anti knock index*).

Hubungan Antara Octane Number (ON) dengan Compression Ratio (CR) Mesin Kendaraan

Seperti telah diketahui sebelumnya bahwa salah satu penyebab terjadinya knocking adalah naiknya kompresi rasio dan temperatur



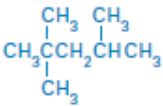
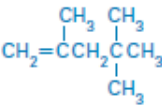
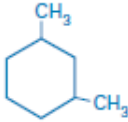
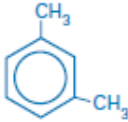
di ruang bakar. Dengan naiknya kompresi rasio maka tekanan di ruang bakar juga ikut naik (Paull W, Gill, "Fundamentals of Internal Combustion Engine", 4th edition, 1954, US Naval Academy Annapolis, Maryland, USA, Hal : 8-10) dan temperatur di ruang bakar pun juga ikut naik sehingga diperlukan suatu bahan bakar yang tahan akan temperatur dan tekanan tinggi di ruang bakar agar tidak mengalami pembakaran dini (pre ignition) yang menyebabkan terjadinya knocking sebelum piston mencapai 13 BTDC (before top dead center). Bahan bakar yang tahan akan temperatur dan tekanan tinggi umumnya adalah bahan bakar yang susunan hidrokarbonnya adalah hidrokarbon jenuh. Hidrokarbon jenuh ini adalah hidrokarbon yang tidak mudah mengalami oksidasi sehingga umumnya hidrokarbon jenuh ini memiliki angka oktan tinggi.

Kendaraan-kendaraan keluaran terbaru (sejak tahun 2000 an) telah menggunakan mesin yang berkompresi rasio tinggi, yang berkisar antara 10 : 1 sampai dengan 12 : 1.

Beberapa kendaraan yang telah menggunakan kompresi rasio tinggi sebagai berikut : avanza, xenia, hyundai grand avega, Nissan Extrail, dll. Bahkan untuk mobil-mobil mewah keluaran eropa sejak tahun 1990an telah menggunakan kompresi rasio tinggi, seperti : mercedes dan BMW.

Tabel II – 2a : RON dari beberapa Hidrokarbon

Research Octane Number (RON) Varies with Hydrocarbon Structure

Compound	n-Hexane	1-Hexene	Cyclohexane	Benzene
Formula	C_6H_{14}	C_6H_{12}	C_6H_{12}	C_6H_6
Structure	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	$CH_2=CH(CH_2)_3CH_3$		
RON	25	76	83	123 (est.)
Compound	2, 2, 4 - Trimethylpentane (Isooctane)	2, 4, 4 - Trimethyl-1-pentene (Isooctene)	Cis 1,3-dimethyl-cyclohexane	1,3-Dimethylbenzene
Formula	C_8H_{18}	C_8H_{16}	C_8H_{16}	C_8H_{10}
Structure				
RON	100	106	72	118

Sumber : Chevron, “Motor Fuel Technical Review”,

Tabel II – 2b : Nilai Kalori dan RON dari beberapa Hidrokarbon

Nama Hidrokarbon	RON	Nilai Kalori (kj/kg) pada 25 °C
Normal Parafin :		
- Pentane	61,7	44945,45
- Hexane	24,8	44705,34
- Heptane	0	44527,29
- Octane	-19,0*	44391,07
- Nonane	-17,0*	44292,29
Isoparafin :		
- 2 methyl butane	92,3	44870,61
- 2 methyl hexane	42,4	44475,92
- 2 methyl heptane	21,7	44349,93
- 3 methyl heptane	26,8	44373,18
- 2,4 dimethyl hexane	65,2	44331,57
- 2,2,4 trimethyl pentane	100	44313,44
Olefin :		
- 1 - pentene	90,9	44593,77
- 1 - octene	28,7	44176,99
- 3 - octene	72,5	Tidak ada data

- 4 methyl 1 - pentene	95,7	44314,60
Aromatics :		
- Benzene	123	40120,61
- Toluene	120,1	40498,56
- p - xylene	146,0*	40876,56
- m - xylene	145,0*	Tidak ada data
- o - xylene	120,0*	40876,56
- Ethyl Benzene	107,4	40899,53

Sumber : Virgil B. Guthrie, "Petroleum Products Handbook", 1 st, 1960, hal : 4-23 dan API Technical Data Book

* = Blending value of 20 percent blend in 60 octane number reference fuel

III. Hasil Percobaan

III.1 Pelaksanaan Percobaan

Pelaksanaan percobaan penentuan korelasi angka oktan bensin dengan nilai kalor ini dilaksanakan di laboratorium Minyak Bumi yang mana pengambilan data-data nya dimulai pada bulan Pebruari sampai dengan Juli 2013.

III.2 Peralatan Percobaan

Peralatan pendukung percobaan penentuan korelasi angka oktan bensin dengan nilai kalor ini antara lain :

a. Satu set peralatan uji Nilai Kalor ASTM D 240

b. Beaker glass ukuran 500 ml

III.3 Material Percobaan

Adapun material yang digunakan untuk percobaan ini meliputi :

a. Satu tabung gas Oksigen

b. Bensin yang didapatkan dari SPBU dengan sifat fisik :

Nama Bensin	Distilasi
TOTAL PERFORMANCE	IBP = 41 oC
	10 % V = 56 oC
	20 % V = 62 oC
	30 % V = 68 oC
	40 % V = 76 oC
	50 % V = 83 oC
	60 % V = 97 oC
	70 % V = 112 oC
	80 % V = 129 oC
	90 % V = 150 oC
	95% V = 169 oC
	EP = 189 oC
	% R = 97 %V

Nama Bensin	Distilasi
SHELL SUPER	IBP = 39 oC
	10 % V = 55 oC
	20 % V = 61 oC
	30 % V = 68 oC
	40 % V = 77 oC
	50 % V = 88oC
	60 % V = 100 oC
	70 % V = 116 oC
	80 % V = 136 oC
	90 % V = 160 oC
	95 % V = 185 oC
	EP = 200 oC

Nama Bensin	Distilasi
PERTAMAX	IBP = 39 oC
	10 % V = 52 oC
	20 % V = 56 oC
	30 % V = 61 oC
	40 % V = 67 oC
	50 % V = 76 oC
	60 % V = 87 oC
	70 % V = 103 oC
	80 % V = 124 oC
	90 % V = 157 oC
	95 % V = 198 oC
	EP = 205 oC
	% R = 1,2 %V

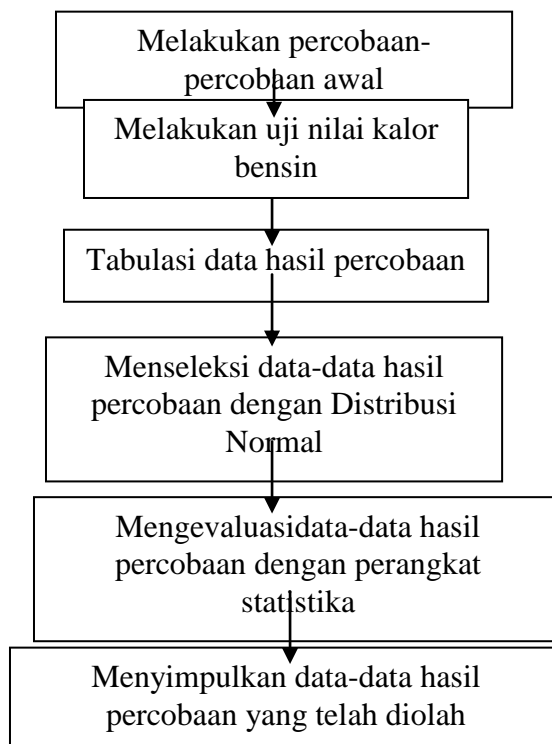
Nama Bensin	Distilasi
PREMIUM	IBP = 39 oC
	10 % V = 55 oC
	20 % V = 65 oC
	30 % V = 73 oC
	40 % V = 83 oC
	50 % V = 95 oC
	60 % V = 108 oC
	70 % V = 123 oC
	80 % V = 139 oC
	90 % V = 163 oC
	95 % V = 208 oC
	EP = 210 oC
	% R = 1,3 %V

III.4 Tahapan Pelaksanaan Percobaan

1. Percobaan awal dilakukan dengan melakukan uji nilai kalor bensin.

2. tabulasi data hasil percobaan.
3. pengolahan data dengan menggunakan statistika

Flow diagram pelaksanaan percobaan :



III.5 Data – Data Hasil Percobaan

Data – data hasil percobaan merupakan data asli dari hasil percobaan laboratorium. Data- data ini kemudian akan diolah dengan menggunakan statistika dengan terlebih dahulu menseleksi data-data yang dianggap layak untuk diolah.

DataPercobaan Hasil Seleksi

Data – data hasil percobaan ini adalah data – data hasil seleksi untuk bisa diolah secara statistika. Adapun data-data tersebut adalah :

Angka Oktan Bensin	Nilai Kalor (Mj/Kg)									
TOTAL PERFORMANCE	42,74	42,95	42,34	42,45	43,66	42,74	43,16	42,85	42,64	43,46
SHELL SUPER	43,63	42,35	42,11	43,32	42,88	43,18	43,05	42,62	43,68	42,91
PERTAMAX	43,85	43,68	42,84	43,22	43,21	43,75	43,64	42,74	43,12	43,45
PREMIUM	43,25	42,75	43,38	42,66	43,14	43,45	42,88	43,58	42,62	43,16

III.6. Pengolahan data

Analisis Annova

Digunakan analisis One Way Annova karena asumsinya adalah hanya memperhitungkan satu faktor yang menyebabkan variasinya data, yaitu angka

oktan yang diwakili oleh masing-masing merk bensin. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah nilai kalori bensin dipengaruhi oleh angka oktan atau tidak. Berikut hasil uji dari data-data tersebut dengan metode One Way Annova dengan bantuan program Excel :

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Row 1	10	428,99	42,899	0,177632
Row 2	10	429,73	42,973	0,263423
Row 3	10	433,5	43,35	0,148289
Row 4	10	430,87	43,087	0,116912

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1,1713	3	0,390429	2,211259	0,10358	2,86627
Within Groups	6,3563	36	0,176564			
Total	7,5276	39				

karena F hitung (F ratio) < F critical, maka Ho diterima, yaitu data-data diatas tidaklah berbeda signifikan.

Analisis Chi Square

Uji statistika ini diperlukan untuk mengetahui hubungan/keterkaitan antara angka

oktan dan nilai kalor bensin. Adapun hasil pengolahan data dapat ditunjukkan pada lampiran. Dimana hasil analisis data dengan Chi Square menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara Nilai Kalor bensin dengan ON Bensin.

Angka Oktan Bensin	Nilai Kalor (Mj/Kg)								
	fo	fe	Δ	fo	fe	Δ	fo	fe	Δ
TOTAL PERFORMANCE	42,74	43,19	0,45	42,95	42,75	0,20	42,34	42,49	0,15
SHELL SUPER	43,63	43,26	0,37	42,35	42,83	0,48	42,11	42,56	0,45
PERTAMAX	43,85	43,64	0,21	43,68	43,20	0,48	42,84	42,94	0,10
PREMIUM	43,25	43,38	0,13	42,75	42,94	0,19	43,38	42,68	0,70
Total	173,47	173,47		171,73	171,73		170,67	170,67	

Nilai Kalor (Mj/Kg)								
fo	fe	Δ	fo	fe	Δ	fo	fe	Δ
42,45	42,73	0,28	43,66	43,04	0,62	42,74	43,10	0,36
43,32	42,81	0,51	42,88	43,12	0,24	43,18	43,18	0,00
43,22	43,18	0,04	43,21	43,50	-	43,75	43,55	0,20

					0,29			
		-			-			
42,66	42,92	0,26	43,14	43,23	0,09	43,45	43,29	0,16
171,65	171,65		172,89	172,89		173,12	173,12	

Nilai Kalor (Mj/Kg)								
fo	fe	Δ	fo	fe	Δ	fo	fe	Δ
43,16	43,00	0,16	42,85	42,77	0,08	42,64	42,84	0,20
		-			-			-
43,05	43,08	0,03	42,62	42,84	0,22	43,68	42,91	0,77
		-			-			-
43,64	43,46	0,18	42,74	43,22	0,48	43,12	43,29	0,17
		-			-			-
42,88	43,19	0,31	43,58	42,96	0,62	42,62	43,02	0,40
172,73	172,73		171,79	171,79		172,06	172,06	

Nilai Kalor (Mj/Kg)			TOTAL	
fo	fe	Δ	fo	fe
43,46	43,07	0,39	428,99	428,99
42,91	43,14	-0,23	429,73	429,73
43,45	43,52	-0,07	433,50	433,50
43,16	43,25	-0,09	430,87	430,87
172,98	172,98		1723,09	1723,09

Nilai Statistik Uji (X^2) = 0,109
 $df = (\text{jumlah baris} - 1)(\text{jumlah kolom} - 1) = 27$
 $\alpha = 5\%$
 Nilai Statistik Tabel = 40,11

Karena Nilai Statistik Uji lebih kecil dari Nilai Statistik Tabel, maka disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara Nilai Kalor Bensin dengan ON Bensin.

III.6 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

- 1 Karakteristik bensin secara umum adalah sama.
- 2 Tidak ada keterkaitan yang kuat antara Angka Oktan Bensin dengan Nilai Kalori Bensin.

- 3 Tidak ada perbedaan yang cukup signifikan nilai kalori bensin yang memiliki angka oktan sama berdasarkan merek bensin yang dijadikan sebagai obyek penelitian.

Saran

1. Perlu dilakukan percobaan lebih teliti terutama penelitian tentang keterkaitan nilai kalori bensin terhadap kandungan sulfur dan densitas bensin.
2. Perlu dilakukan percobaan dengan menggunakan bensin dengan ON yang lebih variatif
3. Perlu adanya suatu sosialisasi tentang perlunya batasan maksimum dan minimum nilai kalori di bensin sehingga masyarakat lebih bisa memahami karakteristik bensin dengan baik.

Daftar Pustaka

1. ASTM Annual Book, vol. 05.01, 2009, USA.
2. Salvatore J Rand, "*Significance Tests For Petroleum Products*", 7th Edition, ASTM Manual Series MNL 1, USA.
3. Shirley Dowdy, "*Statistics for Research*", 3rd edition, 2004, John Wiley & Sons, Inc Publication, USA
4. Poitr Konieczka and Jacek Namiesnik, "*Quality Assurance and Quality Control in The Analytical Chemical Laboratory : A Practical Approach*", CRC Press, Taylor & Francis group, 2009, New York, USA
5. Virgil B Gutrhie, "*Petroleum Products Handbook*", 1 st Edition, 1960, McGraw Hill Book Comany, USA

*) Widyaiswara Muda Pusdiklat Migas