

## **BAGAIMANA BATUAN BEKU TERBENTUK ?**

Batuan beku merupakan batuan yang berasal dari hasil proses pembekuan magma.igneous berasal dari kata ignis yang berarti yang berarti api atau pijar,karena magma merupakan material silikat yang panas dan pijar yang terdapat di dalam bumi. Magma merupakan material silikat yang sangat panas yang terdapat di dalam bumi dengan temperatur berkisar antara 600°C samapai 1500°C.

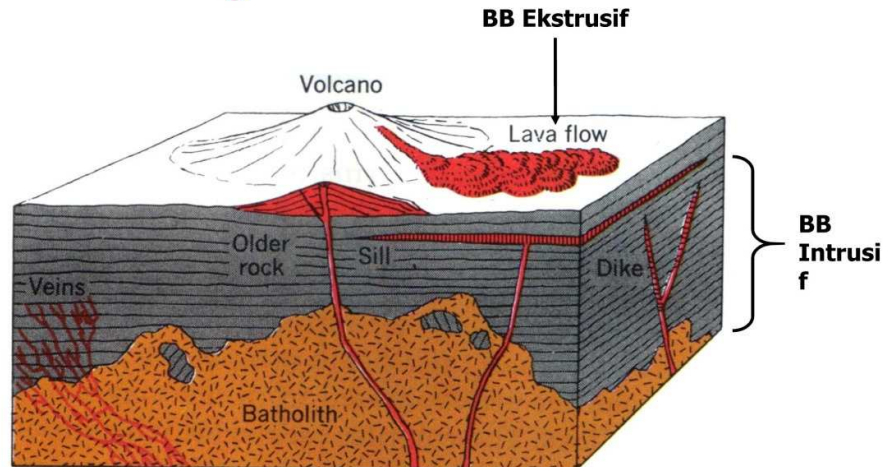
Magma disusun oleh bahan yang berupa gas (volatil) seperti H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub>,dan bukan gas yang umumnya terdiri dari Si, O , Fe , Al , Ca , K , Mg ,Na , dan minor element seperti V,Sr,Rb,dll.Magma terdapat dalam rongga di dalam bumi yang din sebut dapur magma (magma chamber).Karena magma relatif lebih ringan dari batuan yang ada di sekitarnya , maka magma akan bergerak naik ke atas.Gerakan dari magma ke atas ini kadang-kadang di sertai oleh tekanan yang besar dari magma itu sendiri atau dari tekanan disekitar dapur magma , yang menyebabkan terjadinya erupsi gunung api.Erupsi gunung api ini kadang-kadang hanya menghasilkan lelehan lava atau disertai dengan letusan yang hebat(eksplosif).

Lava merupakan magma yang telah mencapai permukaan bumi, dan mempunyai komposisi yang sama dengan magma,hanya kandungan gasnya relatif lebih kecil.lava yang membeku akan menghasilkan batuan beku luar(ekstrusif) atau batuan volkanik.Magma yang tidak berhasil mencapai permukaan bumi dan membeku da dalam bumi akan membentuk batuan beku dalam (intrusif) atau batuan beku plutonik.

### **Proses Kristalisasi Magma**

Karena magma merupakan cairan yang panas, maka ion-ion yang menyusun magma akan bergerak bebas tak beraturan.sebaliknya pada saat magma mengalami pendinginan,pergerakan ion-ion yang tidak beraturan ini akan menurun,dan ion-ion akan mulai mengatur dirinya menyusun bentuk yang teratur.proses ini di sebut kristalisasi.pada proses ini yang merupakan kebalikan dari proses pencairan,ion-ion akan saling mengikat satu dengan yang lainnya dan melepaskan kebebasan untuk bergerak.ion-ion tersebut akan membentuk ikatan kimia dan membentuk kristal yangmg teratur.pada umumnya material yang menyusun magma tidak membeku pada waktu yang bersamaan.

## Bagaimana Batuan Beku Terbentuk ?



Kecepatan pendinginan magma akan sangat berpengaruh terhadap proses kristalisasi, terutama pada ukuran kristal apabila pendinginan magma berlangsung dengan lambat, ion-ion mempunyai kesempatan untuk mengembangkan dirinya, sehingga akan menghasilkan bentuk kristal yang besar. Sebaliknya pada pendinginan yang cepat, ion-ion tersebut tidak mempunyai kesempatan untuk mengembangkan dirinya sehingga akan membentuk kristal yang kecil. Apabila pendinginan berlangsung sangat cepat maka tidak ada kesempatan bagi ion untuk membentuk kristal, sehingga hasil pembekuannya akan menghasilkan atom yang tidak beraturan (hablur), yang dinamakan dengan mineral glass.

Pada saat magma mengalami pendinginan, atom-atom oksigen dan silikon akan saling mengikat pertama kali untuk membentuk tetrahedra oksigen-silikon. Kemudian tetrahedra-tetrahedra oksigen silikon tersebut akan saling bergabung dan dengan ion-ion lainnya akan membentuk inti kristal dari bermacam mineral silikat. Tiap inti kristal akan tumbuh dan membentuk jaringan kristalin yang tidak berubah. Mineral yang menyusun magma tidak terbentuk pada waktu yang bersamaan atau pada kondisi yang sama. Mineral tertentu akan mengkristal pada temperatur yang lebih tinggi dari mineral lainnya, sehingga kadang-kadang magma mengandung kristal-kristal padat yang dikelilingi oleh material yang masih cair.

Komposisi dari magma dan jumlah kandungan bahal folatil juga mempengaruhi proses kristalisasi. Karena magma dibedakan dari faktor-faktor tersebut, maka kenampakan fisik dan komposisi mineral batuan beku sangat bervariasi. Dari hal tersebut, maka penggolongan batuan beku dapat didasarkan pada faktor-faktor tersebut diatas. Kondisi lingkungan pada saat kristalisasi dapat diperkirakan dari sifat dan susunan dari butiran mineral yang biasa disebut tekstur. Jadi klasifikasi batuan beku sering didasarkan pada tekstur dan komposisi mineralnya.

### **Tekstur Batuan Beku**

Tekstur pada batuan beku digunakan untuk menggambarkan kenampakan batuan yang didasarkan pada ukuran (sifat) dan susunan kristal-kristal penyusun batuan beku. tekstur merupakan ciri yang sangat penting, karena tekstur dapat menggambarkan kondisi proses pembentukan batuan beku. kenampakan ini memungkinkan ahli geologi untuk mengetahui kejadian batuan beku di lapangan.

Tekstur terpenting yang mempengaruhi tekstur batuan beku adalah tingkat kecepatan pembekuan magma. Pembekuan magma yang lambat akan menghasilkan butir-butir kristal yang besar. proses ini terjadi pada magma yang terdapat jauh di bawah permukaan bumi atau material yang di semburkan oleh gunung api pada saat erupsinya, akan mengalami pembekuan yang sangat cepat.

Batuan beku yang terbentuk pada atau dekat dengan permukaan bumi akan menunjukkan tekstur yang berbutir halus yang disebut **afanitik**. butiran mineral pada batuan beku afanitik sangat kecil, sehingga sangat sulit dibedakan jenis mineralnya dengan mata biasa. meskipun jenis mineralnya sulit di tentukan karena ukurannya yang sangat halus, tetapi batuan ini dapat dicirikan oleh warnanya yang sangat terang, menengah atau gelap. batuan beku afanitik yang berwarna terang terutama di susun oleh mineral non ferromagnesian silicate. sedang batuan beku afanitik yang berwarna gelap di susun oleh mineral-mineral feromagnesian silikat.

Kenampakan yang umum pada batuan beku afanitik adalah adanya lubang-lubang bekas keluarnya gas yang bentuknya membundar atau memanjang yang di sebut **vesikuler**, dan umumnya terdapat pada bagian luar dari aliran lava.

Batuan beku yang terbentuk jauh di bawah permukaan akan menghasilkan tekstur butiran yang kasar, yang disebut **feneritik**. tekstur ini menunjukkan butiran yang kasar dan

relatif sama besar,serta mineral-mineralnya dapat dibedakan dengan mata biasa tanpa bantuan alat pembesar.batuan beku feneritik ini karena terbentuk jauh di bawah permukaan,maka batuan ini ini akan muncul kepermukaan setelah batuan yang menutupinya mengalami proses erosi.

Massa magma yang besar yang terletak jauh di kedalaman bumi,membutuhkan waktu yang cukup lama untuk proses pembekuannya,puluhan ribu tahun atau bahkan jutaan tahun.karena semua mineral dalam semua mineral dalam magma tidak mengkristal pada waktu yang bersamaan,maka akan memungkinkan untuk beberapa mineral membentuk kristal-kristal yang cukup besar.jika magma yang mengandung beberapa kristal besar mengalami perubahan kondisi lingkungannya,maka sisa dari magma akan mengalami pembekuan yang sangat cepat sehingga menghasilkan butiran kristal yang halus.batuan yang di hasilkan akan menunjukkan kristal-kristal kasar dikelilingi atau tertanam pada matrik dari kristal-kristal yang berbutir halus.kristal-kristal yang besar disebut **fenokris**,sedang matrik kristal-kristal yang kecil disebut masa dasar.batuan beku yang mempunyai tekstur semacam ini disebut batuan beku **porfir(porphry)**.

Pada beberapa aktifitas gunung api,magma yang setengah padatkan di lemparkan ke atmosphaera dan akan mengalami pembekuan yang sangat cepat.pembekuan yang sangat cepat ini akan menghasilkan tekstur gelas(glass).batuan yang mempunyai tekstur semacam ini adalah **obsidian**.

Meskipun kecepatan pembekuan magma merupakan faktor yang utama pembentuk tekstur batuan beku,faktor lain yang juga penting pengaruhnya terhadap pembekuan tekstur adalah komposisi magma.magma basaltik yang bersifat encer,umumnya akan membentuk batuan kristalin apabila mengalami pembekuan yang cepat pada aliran tipis lava.pada kondisi yang sama,magma granitik,yang umumnya lebih kental,akan lebih memungkinkan untuk membentuk batuan dengan tekstur gelas.akibatnya batuan lelehan lava yang banyak disusun oleh gelas vulkanik mempunyai komposisi granitk.sebaliknya lelehan lava basaltik yang mengalir di laut,bagian permukaannya akan mengalami pembekuan yang sangat cepat sehingga menghasilkan lapisan tipis mineral gelas.

Beberapa batuan beku dibentuk dari konsolidasi fragmen batuan yang berasal dari erupsi gunung api.material yang di dikeluarkan biasanya berupa debu vulkanik yang sangat halus,lapili atau bongkah besar yang berbentuk menyudut yang memungkinkan berasal dari

batuan dinding sekitar kawah yang di lemparkan pada saat erupsinya. batuan beku yang di susun oleh fragmen batuan semacam ini disebut bertekstur **piroklastik**.

Kenampakan yang umum dari batuan piroklastik adalah di susun oleh glass shard. batuan piroklastik lainnya di susun oleh fragmen-fragmen batuan yang tersemen bersama-sama beberapa waktu kemudian. karena batuan piroklastik ini di bentuk dari individual fragmen, maka teksturnya kadang-kadang sama dengan tekstur batuan sedimen daripada batuan beku.

### **Komposisi Mineral**

Mineral-mineral yang membentuk batuan beku di determinasi oleh komposisi kimia magma darimana mineral-mineral tersebut mengkristal. seperti halnya batuan beku yang telah di ketahui mempunyai variasi yang sangat besar, maka dapat pula di asumsikan bahwa macam magmapun mempunyai variasi yang besar pula. pada ahli geologi telah mendapatkan bahwa satu gunung api mempunyai tingkat erupsi yang bervariasi kadang-kadang mengeluarkan lava yang mempunyai mineral yang berbeda, terutama pada gunung api yang mempunyai periode letusan cukup lama. dari hal tersebut dapat dikatakan bahwa magma yang sama kemungkinan dapat menghasilkan kandungan mineral yang bervariasi.

**N.I. bowen** merupakan seorang ahli yang pertama kali melakukan penyelidikan terhadap proses kristalisasi magma pada awal abad ke 20 ini. hasil penyelidikan bowen di laboratorium menunjukkan bahwa mineral tertentu akan mengkristal pertama kali. dengan penurunan temperatur, mineral lain akan mulai mengkristal. sejalan dengan proses pengkristalan dari magma, komposisi dari magma yang tersisa selalu mengalami perubahan juga. sebagai contoh, pada saat magma telah mengalami pembekuan kira-kira 50%, magma yang tersisa akan mengalami penurunan kandungan unsur-unsur besi, magnesium dan kalsium, karena unsur-unsur ini di jumpai pada mineral-mineral yang terbentuk pertama kali. tetapi pada saat yang bersamaan, komposisi magma lebih di per kaya oleh kandungan unsur-unsur yang banyak terkandung dalam mineral-mineral yang terbentuk kemudian, seperti unsur-unsur sodium dan potasium. demikian juga kandungan silikon dalam larutan magma semakin bertambah pada proses kristalisasi berikutnya.

Bowen juga menunjukkan bahwa mineral-mineral yang telah mengkristal dan masih terdapat dalam lingkungan magma yang masih cair akan bereaksi dengan sisa cairan magma dan menghasilkan mineral berikutnya. Oleh sebab itu susunan atau urutan proses kristalisasi

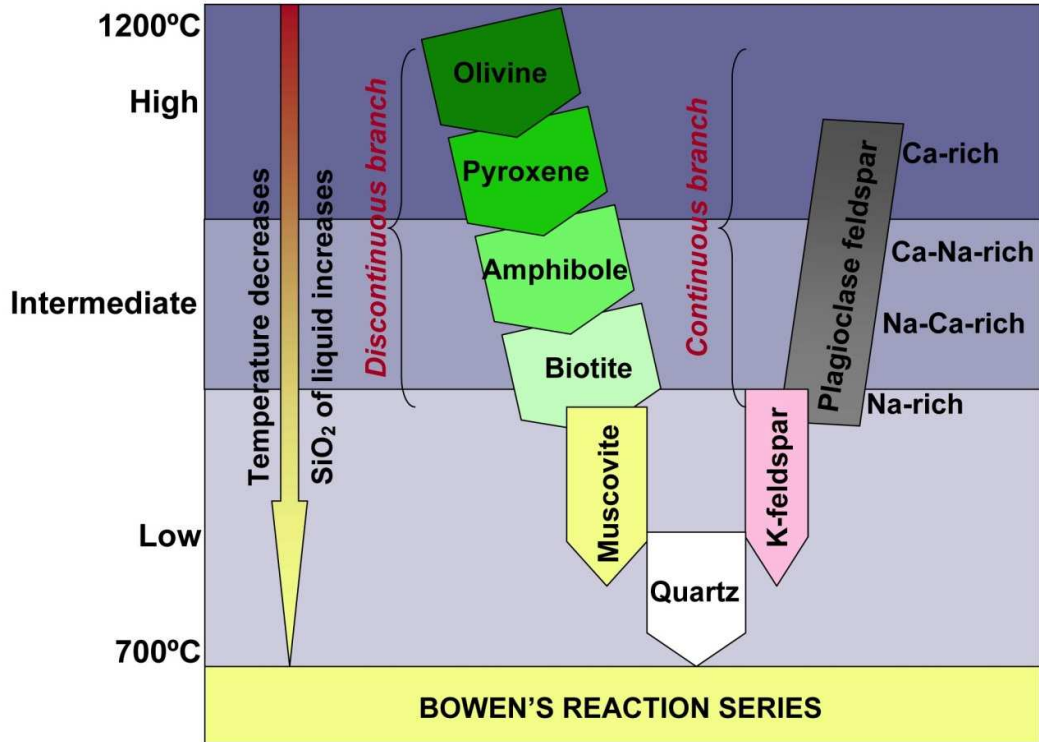
mineral dikenal dengan nama **Bowen's Reaction Series**. Pada bagian kiri dari susunan ini olivine yang merupakan mineral pertama yang terbentuk, akan bereaksi dengan cairan magma dan membentuk piroksin. Reaksi ini akan terus berlangsung sampai mineral yang terakhir dalam seri ini yaitu biotit, terbentuk. Susunan sebelah kiri ini disebut sebagai **Discontinous Reaction Series**, karena tiap mineral yang terbentuk mempunyai struktur Kristal yang berbeda. Olivin disusun oleh tetrahedra tunggal, dan mineral lain pada seri ini disusun oleh rangkaian rantai tunggal, rantai ganda, dan struktur lembaran. Pada umumnya reaksi yang terjadi tidak sempurna sehingga mineral-mineral yang bervariasi ini akan hadir pada saat yang bersamaan.

Pada susunan bagian kanan reaksi berlangsung terus menerus. Mineral yang pertama kali terbentuk adalah mineral feldspar yang kaya akan kalsium (Ca – feldspar) bereaksi dengan ion-ion sodium (Na) yang semakin meningkat persentasenya di dalam magma. Kadang kala kecepatan pendinginan berlangsung sangat cepat sehingga menghambat perubahan yang sempurna dari kalsium feldspar menjadi sodium feldspar. Bila hal ini terjadi zoning pada mineral feldspar dimana kalsium feldspar dibagian intinya dikelilingi oleh sodium feldspar.

Pada proses kristalisasi, setelah magma mengalami pembekuan, sisa magma akan membentuk mineral kuarsa, muskovit dan potas feldspar (ortoklas). Meskipun mineral-mineral yang terakhir disebutkan terdapat dalam urutan **Bowen's Reaction Series**, tetapi bagian ini tidak benar-benar merupakan reaction series.

Bowen menunjukkan proses kristalisasi mineral dari magma sistematis, tetapi bagaimana Bowen reaction series dapat menceritakan keanekaragaman dari batuan beku? Pada suatu tingkat proses kristalisasi magma, bagian yang telah mengkristal lebih dulu (padat) akan selalu memisahkan diri dari bagian yang cair. Hal semacam ini, dapat terjadi karena mineral-mineral yang mengkristal lebih dahulu akan lebih berat daripada bagian magma yang masih mencair, sehingga mineral tersebut akan turun ke bawah dan terkonsentrasi pada dapur magma. Proses pengendapan ini terjadi secara bertahap mulai dari mineral-mineral gelap seperti olivine. Bila mana sisa dari magma kemudian mengkristal baik di tempat tersebut, ataupun di tempatnya yang baru karena mengalami migrasi dari dapur magma, maka akan terbentuk batuan beku dengan komposisi yang berbeda dengan komposisi magma asal.

## Rock Forming Minerals



Proses segregasi mineral oleh pemisahan dan diferensiasi kristalisasi disebut fraction series crystallization (kristalisasi koraksional). Pada tiap tingkatan dari proses kristalisasi, cairan magma terpisah dari bagian magma yang telah padat. Akibatnya kristalisasi fraksional akan menghasilkan batuan beku dengan rentang komposisi yang cukup lebar.

Bowen berhasil menunjukkan bahwa melalui proses kristalisasi fraksional, satu jenis magma dapat menghasilkan beberapa batuan beku. Tetapi penelitian yang baru lebih menunjukkan bahwa proses kristalisasi fraksional saja tidak cukup untuk menjelaskan keanekaragaman batuan beku yang diketahui. Meskipun lebih dari 1 macam batuan beku dapat membentuk dari satu jenis magma, tetapi masih ada mekanisme yang lain yang dapat menghasilkan magma dengan komposisi yang masih beragam.

### Penamaan Batuan Beku

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, batuan beku diklasifikasikan atau dikelompokkan berdasarkan tekstur dan komposisi mineralnya. Tekstur batuan beku dihasilkan oleh perbedaan proses pembekuannya, sedangkan komposisi mineral batuan

beku sangat tergantung pada komposisi kimia magma dan kondisi lingkungan proses kristalisasinya. Dari hasil penelitian Bowen, mineral yang mengkristal pada kondisi yang sama akan menyusun batuan beku yang sama pula. Sehingga dapat dikatakan bahwa klasifikasi batuan beku sangat bergantung pada **Bowen's Reaction Series**

Mineral-mineral yang pertama mengkristal, Ca feldspar, piroksin, dan olivine, merupakan mineral yang kandungannya Fe, Mg, dan Ca-nya tinggi dan kandungan Si rendah. Basalt merupakan batuan beku ekstrusif dengan komposisi mineral-mineral tersebut, tetapi istilah basaltic (basalt) digunakan untuk batuan beku dengan tipe seperti Basalt. Mengacu pada kandungan Besinya, batuan beku Basaltik dicirikan oleh warnanya yang gelap dan sedikit lebih berat dibandingkan dengan batuan beku lainnya yang dijumpai di permukaan.

Diantara mineral-mineral yang terakhir mengkristal adalah mineral potas feldspar dan kuarsa. Batuan beku yang mempunyai komposisi mineral didominasi oleh mineral-mineral tersebut disebut dengan tipe granitic. Batuan beku menengah (intermediate) disusun oleh mineral-mineral yang terdapat di bagian tengah dari Bowen's Reaction Series. Amfibol bersama dengan plagioklas menengah merupakan mineral-mineral utama yang menyusun batuan beku tipe ini. Batuan beku yang mempunyai komposisi diantara granit dan basalt disebut sebagai tipe andesitic.

**Tabel batuan beku yang dijumpai**

	Granatik	Andesitik	Basaltik
Intrusif Ekstrusif	Granit Riolit	Diorit Andesit	Gabro Basalt
Komposisi mineral Utama	Kuarsa K-Feldspar Na-Feldspar	Amfibol plagioklas Menengah Biotit	Ca-Feldspar Piroksin
Komposisi Mineral Tambahan	Muskovit Biotit Amfibol	Piroksin	Olivin Amfibol

Meskipun tiap kelompok batuan beku disusun oleh mineral utama yang terletak pada daerah tertentu dari **Bowen's Reaction Series**, tetapi terdapat juga mineral tambahan



yang jumlahnya tidak begitu banyak. Sebagai contoh, batuan beku granatik terutama tersusun oleh mineral kuarsa dan potas feldspar (K-feldspar), tetapi kadang-kadang juga dijumpai mineral muskovit, biotit, amfibol dan sodium feldspar (Na-feldspar) dalam jumlah yang sedikit sebagai mineral tambahan.

Selain tiga kelompok batuan beku seperti yang telah diuraikan di atas, terdapat juga batuan beku yang mempunyai komposisi diantara ketiga kelompok batuan beku tersebut. Sebagai contoh, batuan beku intrusiv yang disebut granodiorit, disusun oleh mineral-mineral yang menyusun batuan beku granatik dan batuan beku andesitik. Batuan beku lain yang cukup penting tersebut adalah peridotit, yang komposisi mineral utamanya terdiri dari olivine. Batuan beku ini termasuk batuan beku ultrabasa dan merupakan penyusun utama dari mantel bumi bagian atas.

Faktor yang penting pada komposisi mineral batuan beku adalah kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ). Persentase silika dalam batuan beku sangat bervariasi dan sebanding dengan kelimpahan mineral lainnya. Contohnya, batuan yang mengandung silika rendah, kandungan kalsium, besi dan magnesiumnya tinggi. Kandungan silika dalam batuan beku tergantung pada tipe dari batuan bekunya. Batuan beku granitik (asam) mempunyai kandungan silika yang lebih besar dari 66%, batuan beku andesitik (menengah) berkisar antara 55% - 66% batuan beku basaltic (Basa) berkisar antara 45% - 55%, dan batuan beku ultrabasa kurang dari 45%. Kandungan silika dalam magma juga akan mempengaruhi sifat dari magma tersebut. Magma granitik yang kandungan silika nya tinggi bersifat kental (Viscous) dan mempunyai titik beku (lebur) sekitar  $800^\circ\text{C}$ . Sedangkan magma basaltic bersifat encer dan titik bekunya (lebur) sekitar  $1200^\circ\text{C}$  atau lebih tinggi.

Batuan beku yang mempunyai komposisi mineral yang sama tidak selalu mempunyai nama yang sama. Jadi kenampakan sifat fisik (tekstur) merupakan dasar utama dalam pemberian nama dari pada komposisi mineral. Granit merupakan batuan intrusiv yang bertekstur kasar, sedang batuan beku dengan komposisi mineral yang sama dengan granit tetapi tekstur halus mempunyai nama riolit.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Matthews III, William H., 1967, *Geology Made Simple, Made Simple Books*, Doubleday & Company, Inc., Garden City, New York
2. Pirrson, Louis V, 1957, *Rocks and Rock Mineral*, John Wiley & Sons, Inc., New York
3. Purbo H,.MM, 1994, *Kamus Kebumian*, PT Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta
4. Symes, Dr R.F., 1988, *Rock & Mineral*, A Dorling Kindersley Limited, London
5. Whitten, D.G.A., 1981, *The Penguin Dictionary of Geology*, Penguin Books Ltd., Hammondswoth, Middlesex, England